

Himmel und Erde

Urania-Gesellschaft

Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA ZU BERLIN.

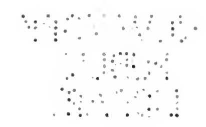
Redakteur: Dr. P. Schwahn.

XIII. Jahrgang.





BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1901.



Verzeichnis der Mitarbeiter

am XIII. Bande der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde“.



Inhalt des dreizehnten Bandes.

Grössere Aufsätze.

Seite

Mitteilungen.

Bibliographisches.

Himmelserscheinungen.



Namen- und Sachregister
zum dreizehnten Bande.



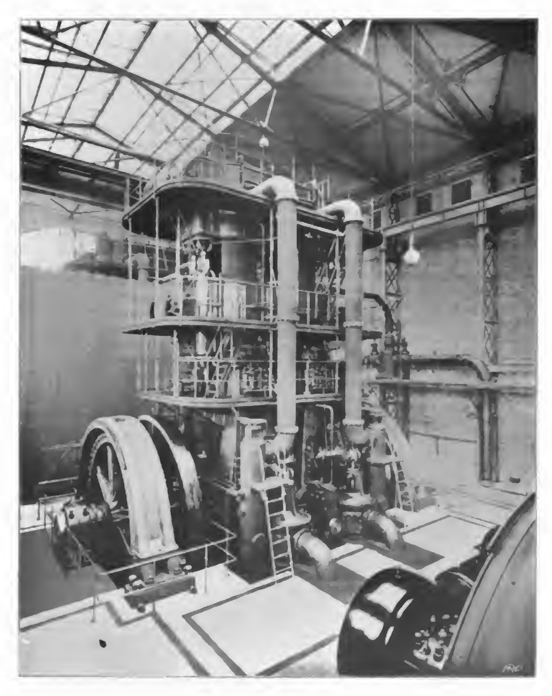


Fig. 12.

Betriebsdampfmaschine Nr. 7 der Berliner Elektrizitätswerke.



Die mechanischen Naturkräfte und deren Verwertung.

Von F. Reuleaux in Berlin.

Die Nutzbarmachung der mechanischen Naturkräfte nimmt in unserem Kulturleben eine so hohe Stellung ein und macht darin in unserer Zeit auch solche Fortschritte, dafs eine Umschau auf ihrem Gebiet für weitere Kreise nicht nur empfehlenswert erscheint, sondern geradezu wichtig geworden ist. Indem ich versuchen will, hier eine solche zu geben, beabsichtige ich nicht, auf Einzelheiten einzugehen, so wesentlich solche auch sein mögen, will auch die hindernisreichen Wege der Erfindung nicht verfolgen, möchte vielmehr nur in allgemeinen grofsen Zügen zusammenfassen, wie der Mensch diese Naturkräfte allmählich verwerten gelernt hat und in unserer Zeit verwertet; ich verstehe dabei unter Naturkräften, wie es in technischen Fragen üblich ist, die Kräfte der leblosen, sich uns darbietenden Natur.

Von so vielem Neuen in den Wissenschaften von körperlichen Dingen hat der Laie einen allgemeinen Begriff, so von den fortschreitenden Leistungen der Chemie und der Physik, der Astronomie, der Physiologie der Pflanzen und der Tiere; nur bei der eigentlichen Maschine, wo sich's seit undenklichen Zeiten gerade um die mechanischen Naturkräfte dreht, da scheinen die Einzelheiten das Verständnis zu verwehren, oder doch jedenfalls so zu erschweren, dafs sehr viele sich zurückschrecken lassen, die in anderen Wissensgebieten dem Vorrücken regelmäfsig folgen. Es giebt aber Gesichtspunkte, die das Verständnis gut ermöglichen, und zu solchen möchte ich den Leser geleiten oder begleiten.

Da haben wir denn zuerst die Frage aufzuwerfen: welches sind denn, möglichst einfach gefafst, jene mechanischen

Naturkräfte, die der Mensch gelernt hat, für seine Zwecke so erfolgreich zu leiten, wie es uns bei den Kulturvölkern entgegentritt? Auf diese allgemeine Frage folgt die ebenso allgemeine Antwort: diese Kräfte sind „Anziehung" und „Abstofsung".

Das klingt nun eigentlich wenig tröstlich für den Fragenden, hört sich wie schulmeisterlich an, formelhaft wie ein Abrakadabra, ein Stein, nicht Brot, und scheint wenig geeignet, den Eingang in die so durchaus praktische Welt des Technikers zu erschliefsen. Indessen, versuchen wir es immerhin mit diesem Schlüssel.

Da tritt uns denn in erster Linie die Wasserkraft entgegen, deren Vorhandensein und Wirkungen wir täglich, stündlich, ja unausgesetzt bemerken. Wir haben uns ihretwegen den Begriff von einem Oben und einem Unten gebildet, der uns fest umklammert hält, beinahe ebenso fest wie schon die Alten vor Jahrtausenden, und von dem wir uns nur selten klar machen, dafs er alle nur möglichen Richtungen einschliefst und eigentlich nur von unserem Fleckchen gilt. Denn, denken wir nur ein wenig nach, so sehen wir, dafs wir nichts Anderes mit dem Oben und dem Unten meinen als die „Anziehung", die ringsum alle körperlichen Dinge der Erdumgebung mit ungeheurer Gewalt in der Richtung nach dem Erdmittelpunkt zu führen strebt, vor allem, um auf ein Beispiel überzugehen, wie wir täglich beobachten, das Wasser, das hoch aus den Wolken fällt.

Das Wasser.
Vom Himmel kommt es,
Zum Himmel steigt es,
Und wieder nieder
Zur Erde mufs es,

so sprechen wir dem Dichter nach, so singen uns Chöre, wie im Vorjahr in Frankfurt bei der Goethefeier, in köstlichen Harmonien. — Warum steigt es denn wieder? Warum hält denn die so mächtige Anziehung es nicht fest an der Erde? Das ist die Folge der gegenseitigen „Abstofsung" seiner kleinsten Teilchen, die da eintritt, sobald die Wärme seinen tropfbar-flüssigen Zusammenhang gelöst hat. Der Physiker sagt uns, es sind die Ätheratome, die einander abstofsen. Somit sorgt die Sonne dafür, das Wasser in Dunstform wieder hinauf auf die Wolkenhöhe zu schaffen. „Anziehung" also nötigt das Wasser, zu fallen, „Abstofsung" nötigt es, wieder aufzusteigen.

Bei seinem „Wieder-Niedermüssen" zur Erde entwickelt es die herrliche Eigenschaft, die Pflanzen zum Gedeihen zu bringen. Ganz

bekannt ist, dafs in dem Wunderlande Ägypten, dem einzigen Fleck Erde, wo alles so günstig liegt, im Sommer die aus den Hochthälern kommende, befruchtende Flut die Felder überschwemmt und überdeckt. Der Mensch hat blofs ihr rechtzeitig die Dämme zu öffnen, ihr Wege anzuweisen, um ihr mechanische Arbeit, die ihm ohne Regen die Felder bewässert, zu entziehen. Früh schon hat man dort gesucht, auch für die anderen Zeiten des Jahres wenigstens einen Teil des Wassersegens sich dadurch zu erhalten, dafs man Behälter,

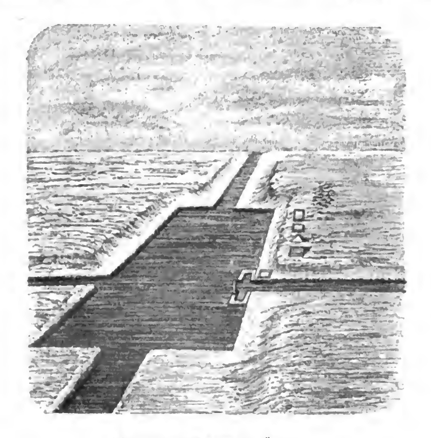


Fig. 1. **Der Mörissee in Ägypten.**

Becken anlegte, die den sommerlichen Überflufs aufnahmen. Das grofsartigste dieser Becken, im Fayum hoch genug gelegen, um Unterägypten versorgen zu können, war der Mörissee, den schon bewundernd die alten Griechen uns beschrieben haben. In den letzten Jahren erst ist es Brugsch gelungen, die Lage und die Mafse dieses grofsartigen Wasserbauwerkes festzustellen. Fig. 1 führt dasselbe nach Brugschs Handzeichnung vor.[1]) Die Oberfläche des Sees mafs fast genau $^1/_2$ deutsche Quadratmeile oder 28125000 qm, seine Tiefe über 7 m, was einem Wasserinhalt von rund 200 Millionen

[1]) S. Westermanns Monatshefte 1893, Bd. 73, S. 118 ff.

Kubikmeter entspricht. Durch die Hälfte des Jahres bekam er Zuflufs aus dem hochgehenden Nil, durch die andere Hälfte gab er ihn wieder dem Strom zurück; Schleusenwerke regelten beides. Ähnliche Behälter wurden zahlreich in den östlichen Ländern in alter Zeit gebaut, häufig in sehr grofsem Mafsstab, und brachten der Landwirtschaft reichen Segen. Weiter unten werden wir noch einmal auf sie zurückkommen müssen.

Ein grofser Teil der befruchtenden Feuchte läuft aber in Rinnsalen ab, in Bach, Flufs, Strom den tiefsten Stellen zueilend, mit einer Wasserspiegelhöhe, die mehr oder weniger unterhalb der Höhen-



Fig. 2. **Schöpfräder in Annam.**

lage der Felder liegt. Hier setzt nun der Mensch ein, um dem dahinfliefsenden Wasser mechanische Arbeit zu entziehen, und zwar, um es zu nötigen, einen Teil seiner selbst wieder so hoch zu heben, dafs es auf die Felder rieseln kann.

Das geschah schon sehr früh, aber doch erst, nachdem die beträchtlich hohe Kulturstufe der Sefshaftigkeit mit Ackerbau und Viehzucht erstiegen war.

Mit recht einfachen Hilfsmitteln, aber durchaus denen der Maschine, und zwar in Form des Wasserrades, geschah und geschieht noch heute diese Naturkraft-Benutzung. Sehr lehrreiche neue Beispiele fügten in den letzten Jahren die Franzosen zu den alten, von Herodot aus Assyrien gemeldeten hinzu, aus Annam. Fig. 2 stellt eine der dort sehr häufigen Schöpfradanlagen dar. Sie umfafst ganze

acht Stück nebeneinander aufgestellter Wasserräder. Diese sind aus Bambus und Rotang (Stuhlrohr) völlig metallfrei ausgeführt, sind 10 Meter hoch und werden von dem langsam treibenden Flufs, der gegen ihre breiten, wie Matten geflochtenen Schaufeln drängt, bewegt. Sie fassen in schief angemachten Bambuskübeln unten Wasser und schütten es oben in eine Rinne aus, abermals aus Bambus, in der es zu den



Fig. 3. **Schöpfrad in Hamath in Syrien.**

Uferrändern und dann zu den Feldern fliefst. Die Anzahl solcher Räder auf chinesischem Boden ist Legion.

Eine andere Art Schöpfrad, angewandt in einer Stadt voll Handel, Verkehr und städtischem Leben, stellt Fig. 3 dar, genommen aus Hamath in Syrien am Nahr el Asy, dem alten Orontes, der bei Antiochia sich ins Mittelmeer ergiefst. In dem engen Thal von Hamath schiefst der Strom rasch dahin und treibt die schmalen Holzschaufeln des dargestellten Schöpfrades schnell vor sich hin. Thönerne Kübel führen

das unten geschöpfte Wasser nach oben und entleeren es in die deutlich auf dem Bild erkennbare Rinne. Sechs solcher Räder, jedes 80 englische Fufs oder $24^1/_3$ Meter hoch, versorgen die einst unter dem Namen Epiphania bekannte Stadt mit Trinkwasser. Solch ein Rad stellt ein geschäftliches Unternehmen dar; jedes derselben ist im Besitz einer Gesellschaft; für Ausbesserungen sollte die Besitzerin unseres Rades mehr thun, das läfst unser Bild erkennen. Kleinere derartige Räder sind in Spanien noch sehr verbreitet, kommen aber auch hier und da an kleineren Flüssen bei uns vor und dienen zur Wiesenbewässerung.

Stellt man sich die grofse Verbreitung der Schöpfräder im Altertum vor, so versteht man bald, dafs man schon früh Veranlassung nehmen konnte, sie auch zu anderen Kraftzwecken zu benutzen; so zum Betrieb der Mühlen. Wir wissen, dafs dies schon vor dem Anfang unserer Zeitrechnung geschah und rasch allgemein wurde; viergängige Mahlmühlen mit oberschlächtigem Wasserrad kamen schon früh vor.[2]) Leicht begreift sich, dafs man bald auf den Gedanken kam, dem Rade das Wasser vom Flufs aus in einem Kanal, dem Obergraben, zu- und durch einen Untergraben abzuleiten, aber auch, dafs man nach einiger Zeit darauf verfiel, andere technische Arbeiten durch seine Vermittelung ausführen zu lassen. Lastenförderung, Pumpenbetrieb in allerlei Formen, Gebläsebewegung für Hüttenwerke, Stampferbetrieb für ebensolche und später auch für Pulvermühlen, auch für Papierzeug und für Walkereien, ja auch Spinnereibetrieb schlossen sich allmählich im Laufe der Jahrhunderte an. Unter der alten Londonbrücke hing ein Wasserrad neben dem anderen; Mainz und Erfurt führen es wegen der Mühlen im Wappen: das Wasserrad war so überhaupt die mechanische Umtriebsmaschine für die sich entwickelnde Industrie geworden.[3])

---

[2]) Dafs es oberschlächtig war, bezeugt ein erhaltenes altgriechisches Gedichtchen, worin es von den Nymphen heifst:

Hüpfend stürzen sie sich „über das rollende Rad“,

oder in lateinischer Wiedergabe:

Hae autem in summam salientes rotam.

[3]) „Sehr schön, ja wunderschön,“ heifst es in der Beschreibung einer „Spinnfabrik“ vom Jahre 1621, „ist eine Spinnwerkstatt mit Wasserbetrieb, da man in ihr so viele Bewegungen von Rädern, Spindeln, Scheiben und anderen Holzkörpern sieht, die quer, oder der Länge nach oder schief bewegt werden, so viele, dafs der Blick sich verstrickt findet in dem Gedanken, wie doch der menschliche Geist eine solche Mannigfaltigkeit von Teilen, so viele einander entgegenstehende Bewegungen mit dem Verstand gefafst haben könne, alle betrieben von einem einzigen Wasserrade, das seelenlos seine Bewegung vollzieht“ — Es liegt etwas Rührendes in diesem „seelenlos“, eine Art von Verzicht des freien Willens vor der Maschine.

Von uralters her hatte man gelernt, wie leicht es sei, auf dem Wasser zu fahren, so sehr viel leichter als auf der Strafse, dafs man auch die Kanäle als Wasserstrafsen benutzte und ausbaute. Das fand sich gleichsam von selbst ein in Ägypten vor Jahrtausenden, dann aber auch schon sehr früh in China, dem bestbewässerten Lande der Erde, wo man schon im 7. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung weitgehende Schiffahrtskanäle besafs. An den Kanälen und für diese machte man in Europa im 13. Jahrhundert eine ausgezeichnete Erfindung, nämlich die der Kammerschleuse. Sie dient dazu, Schiffe aus einer höher belegenen Kanalstrecke in eine tiefere überzuführen, aber auch ebenso von der tieferen in die höhere. Fig. 4 stellt eine Kammerschleuse in einfachster Weise dar.

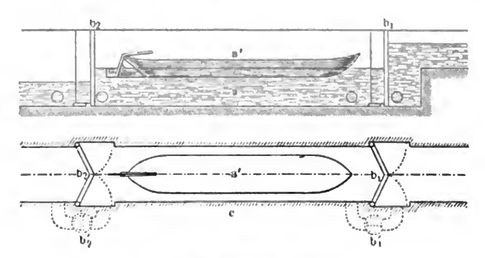


Fig. 4. **Kammerschleuse.**

Man baut die Schiffahrtskanäle stets wagerecht, ohne Trift, und schaltet die Gefälle als Stufen an den Schleusen ein. Eine solche wagerechte Kanalstrecke zwischen zwei Schleusen heifst eine Haltung, weil sie das ihr aus dem umliegenden Gelände zugeleitete Wasser aufbewahrt oder aufbehält. Die Schleuse selbst ist ein längliches Becken, Kammer genannt, das an einem Ende mit der oberen, am anderen mit der unteren Haltung in Verbindung gesetzt werden kann durch eine thorartige Versperrung, eine Klappe, hier eine Doppelklappe, also ein „Ventil“. Soll nun ein Schiff gesenkt werden, so wird zunächst die Schleusenkammer gefüllt. Man könnte dies dadurch bewirken, dafs man das obere Thor b_1 mit schmalem Spalt öffnete, zieht aber vor, die schmale Zuströmung in einen kleinen Nebenkanal zu verlegen, dessen ganz kleines Ventil b_1' man leicht öffnen und schliefsen kann, um durch diesen „Umlauf“ die Kammer

sich füllen zu lassen. Ist dies geschehen, so wird das Oberthor b_1 weit geöffnet, so dafs das Schiff in die Kammer einfahren kann. Darauf wird das Thor b_1 geschlossen. Und nun läfst der Schleusenwärter am Unterthor b_2 durch dessen Umlaufventil b_2' das Wasser aus der Kammer langsam bis auf den Spiegel der unteren Haltung

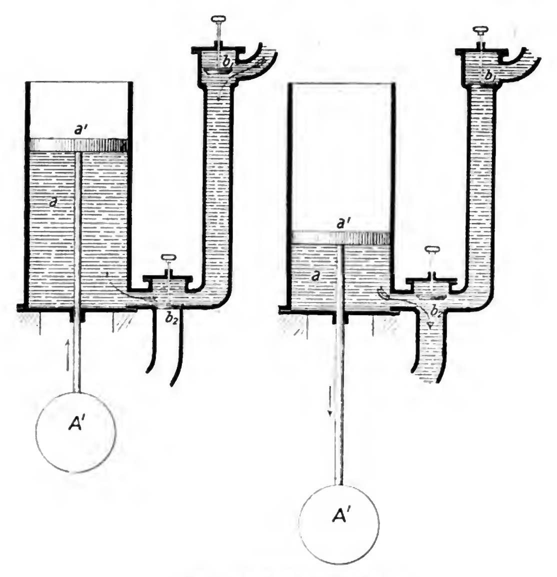


Fig. 5. **Wassersäulenmaschine.**

abfliefsen, und öffnet darauf das Unterthor, so dafs das Schiff ausfahren kann. Dies der Vorgang beim Senken eines Schiffes.

Sehr ähnlich ist derjenige beim Heben eines vielleicht mehrere tausend Tonnen wiegenden Schiffes. Dasselbe fährt durch das weitgeöffnete Unterthor b_2 in die Kammer hinein, worauf hinter ihm das Thor oder Ventil geschlossen und nun der obere Umlauf b_1' geöffnet

wird. Durch diesen fliefst dann langsam Wasser in die Kammer und hebt das Fahrzeug bis zum oberen Haltungsspiegel.[4])

Was das Schiff in unserer Kammerschleuse senkrecht bewegt, ist jedesmal, sei es Senkung, sei es Hebung des Fahrzeuges, das niedersinkende Wasser, also nichts anderes als die „Anziehung, die die Erde auf das Wasser ausübt“; letzteres schlüpft beim Senken unter dem Schiff weg nach der unteren Haltung, beim Heben dringt es von unten unter das Schiff. Unsere Kammerschleuse ist eine Maschine, das wird bei Erwägung des Mitgeteilten klar, geht aber noch deutlicher hervor aus dem Vergleich mit einer einfach wirkenden Wassersäulenmaschine, deren Fig. 5 eine rein schematisch darstellt. Der Kolben a′, belastet durch ein Gewicht a″, ist an die Stelle des Schiffes getreten. Er wird durch den Zuflufs von Wasser aus der oberen Haltung bei geöffnetem Ventil b_1 gehoben und sinkt andererseits bei geschlossenem Ventil b_1, aber geöffnetem Ventil b_2, welches das gebrauchte Wasser zur unteren Haltung ableitet, herab. Das niedersinkende Gewicht a″ kann man eine Pumpe treiben lassen, wie es in der That bei vielen Wassersäulenmaschinen geschieht. Man hat sich, um das Spiel dauernd gemacht zu wissen, nur noch Mechanismen hinzuzudenken, vermittelst deren die auf- und niedergehende Kolbenstange a′ a″ die Ventile b_1 b_2 rechtzeitig schliefst und öffnet; die Spaltung der Ventile in ein grofses und ein kleines ist hier entbehrlich.

Einen kleinen Schritt noch weiter, indem man sich als Treibflüssigkeit statt des Wassers Dampf vorstellt, und man hat eine wirklich in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts noch viel gebrauchte Wasserhaltungs-Dampfmaschine vor sich. Dies soll blofs dienen, zu zeigen, dafs die Kammerschleuse, die sicher 300 Jahre vor der Dampfmaschine erfunden worden ist, eine grundsätzlich ihr ähnliche Maschine ist. Andere Bauarten der Schiffahrtsschleuse giebt es noch mehrere; ich lasse sie indessen unbesprochen.

Frankreich ist ganz bezogen mit einem Kanalnetz, das die schiffbaren Flüsse quer miteinander trefflich verbindet; am dichtesten aber in Europa ist das Kanalnetz von Belgien und Holland, wo schon vor zwanzig Jahren über 300 deutsche Meilen Kanäle mit mehr als 220 Kammerschleusen in Betrieb waren. Schweden zeichnet sich ebenfalls durch seine Kanäle aus, aber weniger durch deren Länge, als

[4]) Die altchinesische, noch bis heute viel vorkommende Schleuse ist ein Wehr mit ganz niedrigem Fall, das an einer Stelle auf reichliche Schiffsbreite rasch geöffnet wird, worauf dann das Fahrzeug durch Schiffzieher die Schwelle hinaufgezogen wird, oder bei Thalfahrt die Schwelle hinabschiefst.

durch deren Hubhöhe. Ich führe nur den östergötischen Kanal an, der von der Ostsee aus mit 37 Kammerschleusen die Schiffe 88,2 m hinauf in den Wettersee befördert, alles durch die auf das Betriebswasser wirkende Schwere. In Deutschland ist das Kanalnetz noch lange nicht so weit ausgebaut, als erwünscht wäre; ja es zeigt sich bei den gesetzgebenden Körperschaften ein merkwürdiger Widerstand gegen die Kanalbauten, hoffentlich nicht für lange.

Blicken wir hier noch einmal untersuchend zurück auf unsere Wasserkraftmaschinen, so müssen wir bemerken, dafs der kraftabgebende Regen doch keineswegs so gleichmäfsig herabgeht, wie es für den Maschinenbetrieb erforderlich wäre, dafs oft lange Wochen

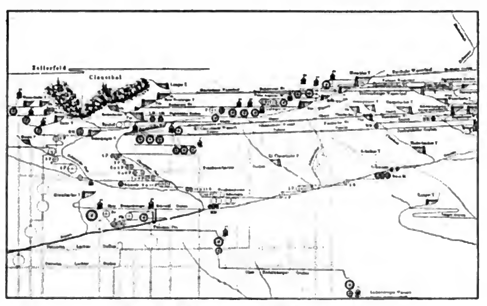


Fig. 6. **Wasserwirtschaft im Oberharz.**

hindurch Trockenheit herrscht, obwohl im Durchschnitt genug Wasser für den Radbetrieb fällt. Das hat dazu geführt, Sammelbecken, Teiche, Weiher anzulegen, so grofs, dafs sie den zeitweiligen Überschufs aufnehmen, bergen können, den sie dann in Zeiten des Mangels hergeben. Diese Behälter, die ja selbst bei kleinen Radbetrieben viel vorkommen, sind, ganz wie die wasserbewahrenden Strecken der Schiffahrtskanäle „Haltungen", die es bei gröfserer Ausdehnung auch ermöglichen, die ganz unstetigen Jahreszufuhren an Regen und Schnee in stetigem mechanischen Betrieb zu verwerten. Tausende und aber Tausende solcher künstlicher Haltungen sind über die Kulturländer verbreitet. Ein ausgezeichnetes Beispiel bietet die mechanische Wasserwirtschaft des Harzgebirges, von der Fig. 6 einen Teil, den um Clausthal belegenen, darstellt. Der ganze Gebirgsstock wurde von der

hannöverischen Bergverwaltung nach und nach mit Haltungen und daraus gespeisten Betrieben in ausgezeichneter Weise gleichsam überzogen. 69 Teiche, die durch Dämme und Thalsperren gebildet sind, fangen das von den Höhen niedergehende Wasser auf, 219 Wasser-



Fig. 7. **Thalsperre bei Remscheid.**

räder entziehen ihm Triebkraft, und zwar im Betrag von rund 3300 Pferdestärken, die im Bergbau und im Hüttenbetrieb zur Verwendung gelangen. Die Menge des in den Harzteichen regelmäfsig „gehaltenen" Wassers übersteigt 9 Millionen Kubikmeter.

Solcher Tagewasser-Haltungen, die aufser für Kraftverwertung auch für die Feldbewässerung benutzt werden können, hat man in

vielen Ländern gebaut. Frankreich errichtete eine grofse Anzahl solcher Haltungen, von denen die berühmteste die des Flüfschens Furens (benannt nach seiner einstigen Wildheit schon von den Römern) bei St. Etienne ist; viele baute auch England, desgleichen dann Nordamerika, auch Spanien, Italien, das durch seine vor vier Jahrhunderten angelegten Haltungen die Lombardei zu dem fruchtbaren Gebiet gemacht hat, das sie heute ist. Dann weit im Osten Indien, das vielen Tausenden von Haltungen die Möglichkeit verdankt, die wasserlose Jahreshälfte zu überstehen. Auch Griechenland und Pa-



Fig. 8. **Der Peryardamm in Indien während des Baues.**

lästina sind aus dem Altertum hier zu nennen; nur Rom mit seiner falschen Kornpolitik hat das Haltungswesen nicht verstanden.

In Deutschland war die Harzhaltung, dem verborgenen Veilchen gleich, der allgemeinen Beachtung nicht teilhaftig geworden, obwohl schon vor Jahren auf sie und die ganze Frage überhaupt hingewiesen worden war.[5] Erst in der letzten Zeit haben wir angefangen, den Haltungsbau aufzunehmen, den dann das grofse Publikum wie eine neue Erfindung anstaunte. Fig. 7 stellt eine bei Remscheid 1888 errichtete Haltung dar, im Vordergrund die das Becken abschliefsende gemauerte Thalsperre. Die Haltung fafst 1 Million Kubikmeter Wasser,

[5] S. des Verfassers Schrift „Über das Wasser“, Berlin, Nicolai, 1871.

das sowohl gewerblich, als landwirtschaftlich benutzt wird. Die etwas jüngere Haltung von Hückeswagen fafst 3 Millionen Kubikmeter.

Die Engländer haben in Indien die Wichtigkeit des dort althergebrachten Haltungswesens nicht übersehen, sie haben indessen erst in den letzten Jahrzehnten, dann aber auch viel dafür gethan,[6]) so in der grofsartigen Haltung von Peryar in Südindien bei Madura. Fig. 8 zeigt sie halbfertig, Fig. 9 stellt sie in ihrer Vollendung, 1897, dar.

Der von dieser grofsartigen Thalsperre abgeschlossene See hat

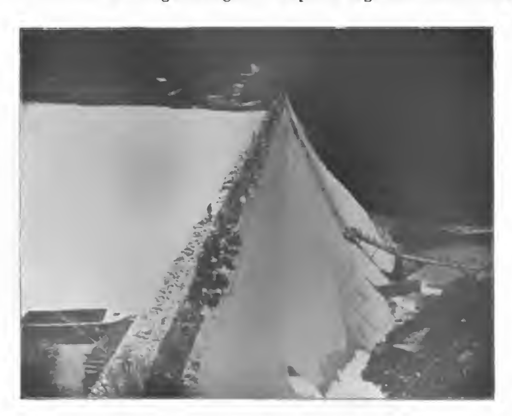


Fig. 9. **Der Peryardamm in Indien, vollendet 1897.**

0,69 deutsche Quadratmeilen Oberfläche, d. i. 1,4 mal so viel als der einstige Mörissee (Fig. 1), und fafst über 500 Millionen Kubikmeter Wasser, also mehr als 500 mal so viel als die obige Remscheider Haltung.

Aufser diesen und ähnlichen künstlichen Haltungen, die immerhin zeigen, was die wohlerwägende Wasserbaukunst vermag, giebt es

[6]) Wer die Stadt Arrah in Bengalen gesehen, die auch in der heifsesten Zeit des Jahres wie in einem meilenweit gedehnten frischen Garten zu liegen scheint, ähnlich wie man von Valencia erzählt, wird die Wirkung einer guten Bewässerung nie mehr aus dem Gedächtnis verlieren. Der Kanal von Arrah empfängt sein Wasser aus dem Sona vermöge Einbauung eines Wehrs in denselben von der ungeheuren Länge von fast 4 km, das bei Hochwasser noch 2,4 m hoch überströmt wird.

auch natürliche. Folgen wir nur z. B. dem Rheinstrom aufwärts, so gelangen wir bald an bedeutende Haltungen, nämlich Seen. Zunächst an den Bodensee, durch den der Rhein uns zugeführt wird, derselbe Rhein, der weiter oben wild und tobend ist, meterdicke Felsblöcke rollt, aber bei Konstanz ruhig aus dem Becken herausfliefst. Dann finden wir den Wallensee, den Zürcher See, weiterhin den Genfer See, im ganzen zehn gröfsere Seen. Doch von welcher Bedeutung sind diese! Je genauer wir zusehen, um so deutlicher wird es uns: diesen Seen verdankt das ganze westliche Deutschland seine klimatische Ruhe und die Seltenheit grofser Überschwemmungen. In ihren so hochgelegenen, weiten Becken — der Bodensee mifst gegen 19 Quadratmeilen und liegt 400 Meter über der deutschen Tiefebene — nehmen sie den gewaltigen Überflufs, den die Schneeschmelze bringt oder die Hochgewitter plötzlich herbeiführen, auf mit kleiner Spiegelhebung. In ähnlicher Weise schützt der herrliche Genfer See das südöstliche Frankreich.

Was dieser Schutz bedeutet, das konnten wir im September 1898 sehen, wo massige Gewitterregen in Tirol so schlimme Verwüstungen anrichteten, die Bahndämme wegspülten, so dafs das Schienenskelett frei in der Luft schwebte, Brücken und Uferbauten in zwei furchtbaren Tagen fortgerissen wurden. Es fehlt eben in Tirol an natürlichen Haltungen, d. i. an Seen. Was an Wassermassen aus der Wolkenhöhe in das steilwandige Innthal niederstürzt, das fliefst auch mit verderblicher Schnelle alsbald weiter. Auch dem Bayernlande fehlen am Alpenfufse die Seen, dem oberen Isargebiet namentlich, weshalb noch im Vorjahre die Wasser so furchtbar in München hausten. Im Riesengebirge fehlen ebenfalls die Seen, was so oft über Oberschlesien das Verhängnis zerstörender Überschwemmungen herbeiführt. Nur mit künstlichen Haltungen ist diesem Übelstand abzuhelfen.

Erkennen wir so in den Bergseen wichtige Vermittler in der Wasserbewegung, so drängt sich uns die neue Frage auf: wie kommt, wie gelangt denn das Wasser in die Seen? Auf welchem Wege, genau angegeben, gelangt es da hinauf? Nun, was uns Goethe sagt — „und wieder nieder zur Erde mufs es" —, das geht nicht so einfach vor sich, sondern das ist ein langer, zögernder Vorgang. Zunächst verdichten sich die wassertragenden warmen Dünste, von denen wir oben sprachen, in der Regel nicht über ihrem Aufsteigungsherd, sondern sie werden, wenn sie nicht bald als Regen in die Ebene niederfallen, vom Wind weit hingeführt, teils zu den kühlen Höhen des Mittelgebirges, hauptsächlich aber bis zu den ewig kalten Spitzen im

Hochgebirge. Dort fällt dann das Wasser, von der Kälte niedergeschlagen, in Form von Schnee herab, namentlich die Hochthäler mit weifsem Flaum anfüllend, da auf den eigentlichen Gipfeln der Wind die Decke selten ruhen läfst. Da liegt nun der Schnee in dicker hoher Schicht zwischen den Thalwänden; aber er berührt die Bodenfläche, und aus dieser steigt Wärme langsam zu ihm empor. Bei dem mächtigen Druck der Schneelast von oben gerinnt, „frittet" die untere Schicht, indem sie sich aus dem Firnschnee firnen oder



Fig. 10. **Jungfraugruppe.**

„fernen", d. i. vorjährigen,[7]) Schnee bildet. Die gefrittete Schicht wird dicker und dicker. Aber sie fängt auch bald an zu rutschen auf dem abschüssigen Lager, abermals — vergessen wir es nicht — der Anziehung der Erde folgend, und bildet so, in immer tiefer gelegene Thalgründe herabgleitend, das, was wir Gletscher[8]) nennen, in welchem der gefrittete Schnee allmählich in dichtes glasiges Eis übergeht; dieses schmilzt aber auch an dem warmen Erdbett immer langsam ab

[7]) Die Tiroler sagen statt Gletscher Ferner; firner Wein ist eigentlich „vorjähriger", überhaupt älterer Wein.

[8]) In der welschen Schweiz aus lat. *glacies* und franz *glacier* gebildetes Wort.

und sendet so aus der ausgespülten Gletscherpforte den Gletscherbach herab. Mittelrhein und Hinterrhein entstehen so aus graumehligen Gletscherbächen, auch die Rhone aus dem Rhonegletscher. So kommt es denn, dafs der an den höchsten Gipfeln gebildete Schnee oft Jahre braucht, manchmal viele Jahre, bis er am Gletscherfufs zum Niederrinnen in Wasserform gelangt. So geschieht es durchweg im gemäfsigten Erdgürtel. Wenn wir daher von schönem Seeuferpunkt aus das Hochgebirge bewundernd anblicken, so sollten wir uns dabei inne werden, dafs da droben unser gesegnetes gemäfsigtes Klima bereitet und schon im voraus vor zerstörenden Schrecknissen bewahrt wird. Unser so oft besungenes Frühjahr und den naturfriedlichen Sommer verdanken wir den beiden grofsartigen natürlichen Haltungen: den Schneebergen mit ihren Gletschern[9]) und den Seebecken im Gebirgsland.

Der Wind.

Wenn wir nun das Wasser verlassen und zu anderen Kraftträgern übergehen wollen, so möchte zuerst die bewegte Luft, der Wind, zu nennen sein. Sagt doch von ihm Goethe:

Wind ist der Welle
Lieblichster Buhler.

Auch die Luftbewegung geschieht vermöge des Widerspiels zwischen Anziehung und Abstofsung. Die Luft selbst würde weit hinausfliehen vom Erdenball, hielte nicht die Schwerkraft sie gefesselt. Aber die Sonnenwärme steigert die Abstofsungskraft, die Kälte am Pol verhindert sie, daher denn mächtige Strömungen im Luftmeer entstehen. Wir benutzen deren Kraft einigermafsen in den Windmühlen, oft recht erfolgreich, wie in Holland, wo über 12000 Windräder das Wasser aus den Niederungen, Polder genannt, heben und diese dadurch zu fruchtbaren Ländereien machen. Aber noch anders, und zwar mehr im Sinne der allgemeinen Kultur, nutzen wir die Windkraft auf dem Meer, in den Segeln. Viele Tausende von Segelschiffen

[9]) Infolge eines eigentümlichen sprachlichen Mifsgeschickes kann der mittlere Franzose den Unterschied zwischen dem eislosen Schneeberg und dem thalfüllenden, aber nie am Gipfel sichtbaren Gletscher nicht ausdrücken und deshalb auch nicht verstehen. *Le glacier*, von *glace* Eis abgeleitet, ist ihm sowohl das Berghaupt mit ewigem Schnee, als auch, wenn er *la mer de glace* übersetzt, der Gletscher. Der Kenner bei ihm sagt deshalb wohl „*le Schneebergue*" unterscheidet diesen also von *glacier* und stimmt denn auch nicht in den Ausruf der Reisenden ein, die die in der Ferne auftauchenden Alpengipfel mit „les glaciers!" begrüfsen.

umfahren den Erdball mit immerhin erheblicher Schnelle, die bei den Jachtwettfahrten aufs höchste getrieben wird. Mit welchem Geschick der kundige Seemann seine Fahrtrichtung, die nur in Ausnahmefällen mit der Windrichtung übereinstimmt, ändern und wechseln kann, zeigte sich namentlich früher bei den Seeschlachten. Wie jetzt die Schiffsartillerie gegen die Maschine als die Bewegerin des feindlichen

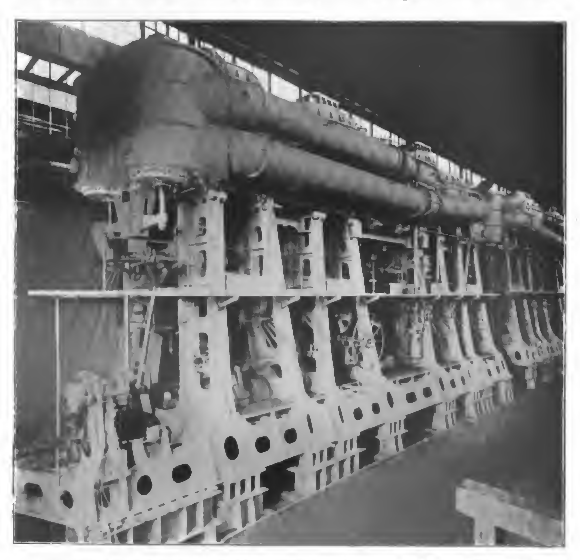


Fig. 11. **Betriebsmaschine des Dampfers „Deutschland" von 33000 Pferdestärken.**

Fahrzeugs zu wirken sucht, so damals auch, indem das Takelwerk zum Ziel der Breitseiten genommen ward.

Der Dampf.

Die wichtigste Änderung in der Benutzung der Naturkräfte brachte die Dampfmaschine mit sich, erfunden vor rund zweihundert Jahren durch Papin auf der Universität Marburg. Welche Bedeutung als Kraftspender sie gewonnen hat, nachdem man sie aus ihrer ein-

fachsten Form, die wir in Fig. 5 vor uns sahen, bis zur heutigen Vollkommenheit der Kolbenmaschine entwickelt hat, ist allgemein bekannt. Was aber ist der Dampf in der Reihe der Kraftquellen? Das Unmittelbare ist, dafs aus demselben Wasser, aus dem die Sonnenwärme in freier Luft den Dunst erhob, nun, wenn es in geschlossenem Gefäfs durch Feuer erhitzt wird, die hochgespannte gasige Flüssigkeit gemacht wird, mit der wir, vor allem im 19. Jahrhundert, die Naturkräfte in so mächtiger Weise für uns arbeiten liefsen, so sehr, dafs wir für eine Zeit lang beinahe der getreuen Wasserkraft vergafsen.



Fig. 13. **30-pferdiges Dampfrad.**

Sehen wir, ehe wir auf das Mittelbare eingehen, uns einige neuere Ausführungen der so brauchbaren Maschine an. Fig. 11 zeigt die 33000 Pferde starke Betriebsmaschine des Hamburger Schnelldampfers „Deutschland“, die dem Schiff über 22 Knoten Fahrt erteilt, erbaut vom „Vulkan“ in Stettin. Fig. 12 (Titelblatt) zeigt eine der Umtriebsmaschinen der Berliner Elektrizitätswerke. Beide Maschinen sind von glänzender und ebenso bewährter Ausführung. Reich sind beide an Einzelheiten. Die Umwandlung der Schubbewegung in Fig. 5 auf drehende und dann namentlich die Ausnutzung der Dehnkraft des gespannten Dampfes machte verschiedene, jetzt hochausgebildete Mechanismen nötig.

Begreiflich ist, wenn man die obigen Räder betrachtet, die ein

schlichter Landmann aus Bambusrohr, oder ein syrischer Zimmermann aus Holz aufbauen konnte, und die doch immerhin tauglich sind, dafs man fragen konnte, ob nicht die Schaufelradform auch für Betrieb durch Dampf geeignet sein könnte. Alle Versuche scheiterten lange an dem Umstand, dafs der Dampf mit so unglaublicher Schnelle ausströmt. Indessen gelang es doch endlich, die Schwierigkeiten zu besiegen.

In Schweden kam der Ingenier De Laval zum Ziel. Ein 30-pferdiges Dampfrad seiner Bauart, vorzüglich ausgeführt von der Maschinenbaugesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz, stellt Fig. 13 dar. Das verhältnismäfsig winzige Schaufelrad steht in dem Ge-

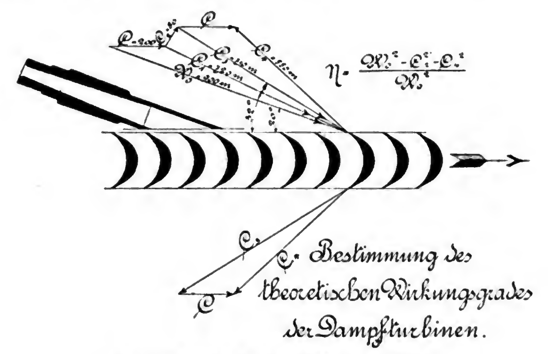


Fig. 14. **Schaufelung und Dampfdüse zum Lavalrad.**

häuse zur Rechten unter dem säulenartig aufgebauten Zuströmungsrohr. Die Schaufelung zeigt Fig. 14. Der Dampf strömt durch die schräg gestellte Dampfdüse den rinnenförmigen Schäufelchen zu, die aus Stahl hergestellt sind. Mit einer Schnelle von über 300 m in der Sekunde strömt der Dampf aus der Düse, was in der dargestellten Maschine eine Umlaufzahl des Rädchens von 15000 in der Minute, also 250 in der Sekunde bedingt. Es war ungemein schwierig, dieser ungeheuren Schnelle Herr zu werden; gleich in der Maschine wurde aber durch Räderübersetzung die Umlaufzahl auf den zehnten Teil herabgesetzt. Für den Dynamobetrieb war die grofse Schnelle brauchbar; für solchen ist auch die dargestellte Maschine bestimmt. Bei Laval legt sich eine Dampfschicht an die hohle Seite der Schaufel pressend

an, wie bei den Wasserrädern, weshalb der Name „Rad" sich für die Maschine besser eignet als der Name Turbine.

Dieser aber pafst auf die zweite gelungene Ausführung des Hauptgedankens, die der englische Ingenieur Parsons verwirklichte. Bei ihr füllt der Dampf die durch die Schaufelung gebildeten schraubenförmigen Kanäle im Radumfang aus und treibt das Rad als flüssige Schraubenmutter um. Der andere Fall, dafs sich das schraubenförmige Rad in der flüssigen Schraubenmutter fortbewegt, ist von den Schraubendampfern her jedermann bekannt. Parsons wandte seine Turbine zuerst 1898, und zwar mit erheblichem Erfolg, auf einem kleinen



Fig. 15. **Der Dampfer „Turbinia".**

Dampfer an, der nach seiner Umtriebsmaschine „Turbinia" genannt wurde. In Fig. 15 ist er abgebildet. Seine Mafse sind klein: 100′ Länge, 9′ Breite, $44\frac{1}{2}$ Tonnen Verdrängung; er schofs aber nach kleinen Nachbesserungen vor Spithead dahin mit der vorher unerhörten Fahrt von $34\frac{1}{2}$ Knoten bei 2100 minutlichen Umläufen seiner Schrauben. Prinz Heinrich war Augenzeuge. Das Schiffchen wird von drei Turbinen (die, was man so nennt, im Verbund arbeiten) getrieben, jede derselben trägt ziemlich weit hintereinander drei Triebschrauben, so dafs deren im ganzen neun vorhanden sind.[10])

[10]) Am 9. Januar d. J. wurde der englische Torpedojäger „Viper", ausgerüstet mit Parsonsturbinen, von der Admiralität abgenommen; er sollte vertragsmäfsig 31 Knoten laufen, lief aber im Mittel von vier Probefahrten 34,8, und schnellstens 35,5 Knoten.

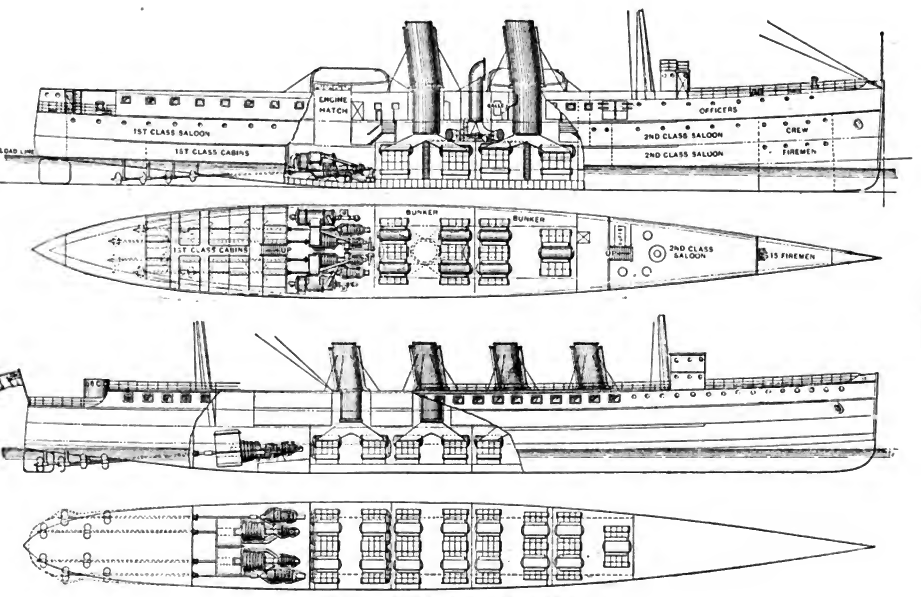


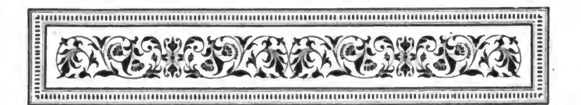
Fig. 16. Zwei Parsons'sche Kanaldampfer.

Der Erfolg der „Turbinia" überraschte und befriedigte und führte schnell der Erfindung das erforderliche Kapital zu. Die Parsonsturbine ist demzufolge in die grofse Praxis eingedrungen, da sie sich alsbald als geeignet für den elektrischen Betrieb erwies. In Elberfeld ist die erste in Deutschland zu betreibende Parsonsturbine im dortigen Elektrikwerk aufgestellt. Was aber für den Schiffbau mit der Parsonsturbine erreicht werden will, zeigt Fig. 16. Sie führt die Pläne zweier Dampfer vor Augen, die für die Kanalfahrt bestimmt sind; beide sind in Arbeit. Das zuoberst dargestellte Schiff soll mit 30 Knoten, das untere gar mit 45 Knoten fahren. Es wird oder soll die berühmte und gefürchtete Strecke Dover-Calais in weniger als einer halben Stunde zurücklegen, zu welchem Ende seine Maschinen aber auch 50 000 Pferde stark sind. Jedes der beiden Schiffe erhält, wie die Figuren erkennen lassen, acht Triebschrauben, angebracht paarweise auf vier Schraubenwellen.

Für alle hier besprochenen Dampfmaschinen, seien es Kolben-, seien es Schaufelmaschinen, wird der Dampf durch Feuerung mittelst Brennstoffs aus Wasser erzeugt, und zwar so, dafs er zunächst in einen Dampfkessel aufgenommen wird. Wir erkennen in diesem letzteren wieder eine Haltung. Ihre Einrichtung bietet die grofse Annehmlichkeit, dafs man mit dem Heizen sich dem Dampfverbrauch nur durchschnittlich anzuschliefsen hat. Dem steht freilich auch der Nachteil gegenüber, dafs der Kessel bei unrichtiger Unterhaltung zerplatzen kann. Man bemüht sich bekanntlich eifrigst, die Zerplatzungsgefahr zu vermeiden.

(Schlufs folgt.)





Das Problem des Lebens.

Von Dr. phil. **Marianne Plehn** in München.

Von jeher haben die Erscheinungen des Lebens die Menschen mit staunender Bewunderung erfüllt. Es giebt nichts, was den Geist so fesselte, wie die Lebensvorgänge, nichts, was ihm so viele Rätsel aufgäbe — dem geschulten Geist des Forschers unserer Tage ebensowohl wie dem des völlig naiv Sehenden und Geniefsenden. Wenn das Problem des Lebens nicht noch zwingender und noch ununterbrochener sich uns aufdrängt, nach Lösung verlangend, so liegt das nur daran, dafs das Leben uns immer und überall erfüllt und umgiebt, dafs wir so daran gewöhnt sind, zwischen diesen Rätseln zu leben. Darum übersehen wir sie leicht. Die „wahren, echten Wunder" werden uns alltäglich.

Aber hie und da treten jene Fragen dann doch um so mächtiger hervor und geben keine Ruhe, bis sie eine Antwort erhalten. Eine Antwort freilich, die bisher noch niemals alle Gemüter befriedigt hat; eine Antwort, die immer nur einer gewissen Kulturstufe und einer gewissen Geistesanlage ausreichte, die von späteren Denkern immer wieder als ungenügend verworfen wurde.

Je weniger entwickelt das Denkvermögen, um so leichter begnügt es sich mit einer „Erklärung". Im Altertum — bei wilden Völkern kann man jederzeit dasselbe beobachten — werden die wundervollen Vorgänge in der Natur, im Reiche der Organismen, der Tiere und Pflanzen, aber auch sonst überall, wo es Bewegung giebt, am Sternenhimmel, bei Wind und Wellen, Donner und Blitz, „erklärt", indem man einen menschenähnlichen Geist annimmt, der sie veranlasse. Der kindliche Geist vermag die Gesetzmäfsigkeit in ihrem Verlauf zunächst nicht zu erkennen, sie scheinen ihm willkürlich, — gerade wie die Äufserungen des menschlichen Geistes dieser Stufe willkürlich vorkommen. Und weil man diese letzteren unausgesetzt empfindet — weifs man doch von sich selbst, von seiner eigenen

Existenz nur durch sie —, darum kommt man nicht auf die Idee, sie erklären zu wollen. Sie sind so gewohnt, so alltäglich, dafs man sie als selbstverständlich, als einfach betrachtet.

Aber schon Beobachtungen, wie sie der Naturmensch anzustellen vermag, lassen bald eine unwandelbare Gesetzmäfsigkeit im Verlauf der einfacheren Vorgänge erkennen. Die Wanderung der Gestirne am Firmament, die Jahreszeiten, der Wechsel von Ebbe und Flut, die Phasen des Mondes, solche und ähnliche Erscheinungen, die sich immer und immer wieder in ganz gleicher Weise wiederholen, hält bald nur noch die dichterische Phantasie für direkte Äufserungen eines dem menschlichen ähnlichen Geistes, während die ruhige Überlegung sich mit ihrer Erklärung versucht.

Mit den viel komplizierteren Erscheinungen des Lebens wird ein solcher Versuch erst später unternommen. Genauere Beobachtung zwingt aber schliefslich, anzuerkennen, dafs auch in der belebten Natur die Vorgänge keineswegs in regelloser Willkür verlaufen, sondern dafs sie in gesetzmäfsigem Zusammenhang stehen, dafs auf bestimmte Einflüsse auch hier immer bestimmte Reaktionen folgen, dafs auf gewisse Ursachen immer gewisse Wirkungen eintreten. Also mufs auch das Leben von einer Notwendigkeit beherrscht werden, auch im Leben müssen Gesetze walten. — Der unendlich mannigfaltigeren Natur der Lebenserscheinungen entsprechend, sind diese Gesetze freilich schwerer zu durchschauen, und die Vermutung drängt sich dem naiven Geiste auf, dafs es Gesetze von anderer Ordnung, von höherer Würde sein müssen, welchen das Leben unterthan ist. Im Leben, so nimmt man an, walte etwas Erhabenes, im Grunde Unerforschbares: die Psyche, die Anima, die Lebenskraft, der Bildungstrieb, oder wie man diese dunkle Macht sonst nennen mochte. Dies mystische Prinzip war die „Erklärung" des Lebens und aller seiner Rätsel. Hatte man seine Herrschaft anerkannt, so gab es weiter nichts mehr zu fragen. Ehrfurcht vor allem schuldete man dem Lebensgeist. Viele Jahrhunderte lang galt es als Verbrechen, wenn vermessene Forscher gar zu eifrig versuchten, die Schleier zu lüften. So offenbar z. B. der Nutzen einer Wissenschaft wie der Anatomie hätte sein dürfen, so war es doch bis ins 15. Jahrhundert den Ärzten streng verboten, einen menschlichen Leichnam zu zergliedern. Lange, lange Zeit hindurch versuchte man gar nicht, das, was die Naturbeobachtung sonst an Kenntnissen ergeben, auf die Erforschung des Lebens anzuwenden. Ja, ein solches Beginnen wäre als Vergehen wider die Heiligkeit des Lebens verdammt worden.

Immerhin ist es nun doch schon mehr als 200 Jahre, dafs der Gedanke der Einheitlichkeit und allgemeinen Anwendbarkeit aller Naturgesetze auftauchte; dafs einige Physiker und Chemiker sogar die Lehre verfochten, die Erscheinungen des Lebens seien im Grunde chemische oder physikalische Vorgänge. Jene Auffassung ist Vorläuferin der Lehre, die jetzt von den Mechanisten unter den Biologen vertreten wird.

Schon in jener Zeit, da die Grundwissenschaften, die Physik und die Chemie selber noch in der Wiege lagen, hat diese neue Weise, die Lebenserscheinungen zu betrachten, eine Fülle von hochinteressanten Entdeckungen zu Tage gefördert. Wie viel mehr ist das jetzt der Fall. Welches Gebiet der Biologie man auch ins Auge fassen mag, überall hat die Forschung in den Lebensvorgängen Gesetze wiedergefunden, die schon früher aufserhalb der Organismen konstatiert worden waren.

Es ist nachgewiesen, dafs unser Auge den Bau der Camera obscura eines Photographen besitzt, dafs das Licht in Linse und Glaskörper Ablenkungen erfährt, die mit der Dichte und Form dieser Körper in Zusammenhang stehen und die, wie in einer Camera, zur Entstehung eines kleinen, umgekehrten Bildes führen: dieselben Vorgänge, dieselben Gesetze im Organ und im künstlichen Apparat.

Es ist nachgewiesen, dafs in Pflanzenstengeln und Stämmen sowie im tierischen Knochen die kleinsten Elemente genau so angeordnet sind, wie ein tüchtiger Baumeister sie anordnen würde, der mit möglichst wenig Material eine möglichst grofse Festigkeit zu erzielen bestrebt ist.

Es ist nachgewiesen, dafs das Blut sich in unseren Adern nach denselben Gesetzen bewegt, denen jede Flüfsigkeit folgen würde, die durch ein Pumpwerk in elastische Röhren geprefst wird; das Herz stellt ein solches Pumpwerk dar.

Wir wifsen, dafs die Luft in unsere Lungen einströmt und sie wieder verläfst, weil verschiedene Systeme von Muskeln den Brustkorb abwechselnd erweitern und verengern —; das Prinzip des Blasebalgs, das wir hier in unserem Körper verwertet finden.

Die chemischen Vorgänge bei der Atmung sind einem Verbrennungsprozefs, wie er in jeder Flamme verläuft, durchaus vergleichbar. Wir verdanken diesem Prozefs einen grofsen Teil unserer Körperwärme.

Es wäre nicht schwer, derartige Beispiele in Menge aufzuzählen. Sie sprechen alle dafür, dafs dieselben Naturgesetze im Organismus

und im Unorganischen Geltung haben, dafs es nicht nur erlaubt, sondern sogar geboten ist, „die bildenden Kräfte des tierischen Körpers auf die allgemeinen Kräfte oder Lebensrichtungen des Weltganzen zurückzuführen.“ (C. E. von Bär.)

Es fragt sich nun, wie weit uns diese Methode bringen kann. Die Mechanisten sind auf ihre Erfolge stolz und behaupten kühn, es könne dermaleinst gelingen, zu beweisen, dafs alle Lebenserscheinungen nichts anderes seien als chemisch-physikalische Prozesse, und dann würden die Rätsel des Lebens gelöst sein. Ja, die radikalsten von ihnen schrecken nicht vor dem Gedanken zurück, die feinste Blüte des Lebens, die geistigen Vorgänge würden sich einst mechanisch erklären lassen! „Der Gedanke ist eine Bewegung, eine Umsetzung des Hirnstoffs.“ (Moleschott.) „Die Gedanken stehen in demselben Verhältnis etwa zum Gehirn, wie die Galle zu der Leber, oder der Urin zu den Nieren.“ (Vogt.)

Die Mechanisten haben vielleicht schon einmal eine gröfsere Majorität für sich gehabt als eben jetzt. Wenn sie auch immer noch die Oberhand haben, so sind doch in den letzten Dezennien Strömungen hervorgetreten, denen die mechanistische Auffassung nicht genügt. Ihre Vertreter können so fest wie die Mechanisten selbst von der Naturnotwendigkeit jedes Geschehens auch im Reiche der Organismen überzeugt sein, sie können zugeben, „dafs die physikalisch-chemische Erklärung der Vorgänge bei den Lebenserscheinungen zwar vollständig anwendbar und durchführbar sei“, sie finden aber, dafs dieselbe „nur in der unbelebten Welt unserem Erklärungsbedürfnis vollständig genüge, dagegen das Besondere, Eigenartige der Lebensprozesse in keiner Weise erfasse“, dafs diese „nur unter Heranziehung spezifisch „vitaler“ Erklärungsprinzipien verständlich zu machen sind.“ (Albrecht.)

Und da greifen manche dieser antimechanistischen Naturforscher wieder auf eine Lebenskraft zurück. Sie verwahren sich dagegen, dafs diese etwas Dunkles, Metaphysisches sei, wofür man sie ehemals getrost anerkannte. Es soll eine Kraft sein, die über den untergeordneten Kräften, Physik und Chemie, thront. Diese seien in letzter Linie immer die Ausführenden, aber sie würden von der mächtigeren Lebenskraft angewiesen, wie sie zu wirken hätten — nämlich prinzipiell anders als in der unbelebten Natur.

Aber diese Lebenskraft läfst sich so wenig greifen und fassen wie die mystische, alte. Sie hat so wenig Erklärungswert wie diese. „Die Erscheinung sucht man als Äufserung einer Kraft zu begreifen, die Welt der Erscheinungen wird in die Welt der Kräfte übersetzt.“ . . .

„So werden die Bewegungserscheinungen übersetzt in bewegende Kräfte, die Erscheinungen des Magnetismus, der Elektrizität, der chemischen Verbindungen und Vorgänge werden erklärt durch magnetische, elektrische, chemische Kräfte, die Lebenserscheinungen durch die Lebenskraft." Aber „ist etwa die Lebenskraft bekannter als die Lebenserscheinungen?" (Bruno Fischer.) „Sie ist nichts als eine zur scheinbaren Befriedigung unseres Kausalitätsbedürfnisses eingebildete Ursache von Veränderungen, welche selber das einzig Wirkliche sind, das wir wahrnehmen." (Du Bois Reymond.)

Übrigens glaubt von den heutigen Vitalisten wohl keiner, dafs physikalische und chemische Gesetze über den Haufen geworfen würden, wo die Lebenskraft herrscht. Wenn das aber nicht der Fall ist, wenn dieselben wirken, wie sie ohnedies müfsten, warum sollen sie dann nicht auch die Arbeit allein verrichten können, ohne diese mystische Herrin, die trotz gegenteiliger Behauptung keine andere Rolle spielt wie die Psyche oder die Lebensgeister der Alten, auf die alles abgewälzt wurde, was man nicht zu erklären wufste?

Ein fundamentaler Unterschied zwischen Belebtem und Leblosem, der beweise, dafs im Belebten besondere Prinzipien walten müssen — das ist der Einwand, der gegen die Mechanisten von den Teleologen erhoben wird —, sei die wundervolle Zweckmäfsigkeit im Reiche der Organismen, die erstaunliche Anpassung einer jeden Pflanze, eines jeden Tieres an ihre Lebensverhältnisse, die herrliche Harmonie im Zusammenwirken der einzelnen Teile des Organismus. Es ist, als ob die Organe, die Gewebe, die Zellen sich ihrer Bedeutung im Gesamthaushalt bewufst wären, als ob ein jedes in edler Unterordnung trachte, seiner Aufgabe bestens gerecht zu werden zum Gedeihen des Ganzen; oder auch, als ob es ein einheitlicher Zweck wäre, der sie alle beherrsche, der das eigentlich Bewegende bei allen Lebensvorgängen sei. Wie solle man mechanistisch die wunderbaren Instinkte in der Tierwelt erklären? Oder die Reflexbewegungen bei Tier und Mensch, die durch Reize veranlafst werden und die Wirkung haben, den Reiz unschädlich zu machen? Etwa das Schliefsen des Auges bei grellem Lichte oder bei drohender Verletzung; das Husten, das wir nicht unterdrücken können, wenn ein Fremdkörper in die Luftröhre gerät, und wodurch eben jener Fremdkörper hinausbefördert wird. Die Farbenanpassung der Tiere an ihre Umgebung, der Farbenwechsel mit dem Wechsel der Umgebung und der Jahreszeit — sind das nicht zu einleuchtend zweckmäfsige Einrichtungen, als dafs man glauben könnte, sie beruhten allein auf blind waltenden Gesetzen?

Oder wie könne man eine mechanistische Erklärung dafür erwarten, dafs in unseren Breiten die Bäume ihre Blattflächen dem Lichte der Sonne zuwenden, während sich in den dürren, heifsen Landstrichen Australiens die Blätter vieler Bäume mit der Kante zur Sonne richten! Hier wie dort ist die Zweckmäfsigkeit des Verhaltens augenscheinlich. Bei uns ist es von Vorteil für die Pflanze, wenn sie alles Licht auffängt, dessen sie habhaft werden kann. In der intensiven, trockenen Hitze Australiens würde sie zu Grunde gehen, wenn sie ihre Blätter der Bestrahlung voll darböte. Scheint es nicht, als ob die Sonne auf ganz ähnliche Objekte, die Blätter der Bäume, verschieden wirkt, je nachdem es für den ganzen Organismus nützlich ist?

Fast noch frappierender ist die Zweckmäfsigkeit bei den Regenerationsvorgängen. Viele Lebewesen haben das Bestreben, Schäden, die ihnen zugefügt wurden, auszubessern und das ursprüngliche Ganze möglichst gut wieder herzustellen. Bei niederen Tieren ist die Regenerationsfähigkeit hoch entwickelt. Der Eidechse, der Blindschleiche wächst der abgebrochene Schwanz wieder, dem Molch wird das verlorene Auge oder Bein ersetzt, viele Würmer können sogar ihren Kopf neu bilden, und bei den Pflanzentieren, die zu unterst stehen in der Reihe der Vielzelligen, finden wir das Vermögen, sich zu zwei oder mehreren vollständigen Individuen zu regenerieren, wenn sie in zwei oder mehrere Stücke zerschnitten worden waren.

Die Teleologen erklärten auch diese Erscheinung aus einem Streben zum Ganzen, als eine Wirkung des Zwecks, der alles Geschehen im Organismus veranlasse und leite.

Wird diese Auffassung so gerade und unverhüllt ausgesprochen, so liegt der Irrtum auf der Hand; es ist die Verwechslung von Zweck und Ursache. Ein Zweck kann aber nur erreicht werden, wenn alle Umstände von vornherein so liegen, dafs allgemein gültige Gesetze, in ihnen wirkend, bestimmte Resultate erzielen müssen; er vermag nicht „von aufserhalb der Wirklichkeit her“ . . . . . „zufällig vorhandene Beziehungen nach seinem eigenen Inhalte zu modifizieren“. (Lotze.) Eine aufserhalb der Wirklichkeit liegende Ursache sieht die alte Teleologie im Zweck. Er ist nach dem Bilde des Zwecks im menschlichen Handeln erdacht. Er verdankt somit seine Statuierung einer ganz ähnlichen Regung, wie sie zur Aufstellung der Lebenskraft führte, oder zu Keplers poetisch-frommer Vorstellung, ein Engel leite jeden Planeten auf seiner Bahn, oder zum Glauben der Alten, der Donner sei die Stimme eines Gottes. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dafs modernen Teleologen eine derart anthropomorphe Auffassung fern

liegt. Und doch — soweit sie wenigstens ihren Namen mit Recht führen — klingt die alte Melodie ganz, ganz leise durch aus ihren Lehren.

Übrigens ist die Zweckmäfsigkeit doch auch kein Merkmal, welches die Lebewesen allein auszeichnet. Wir finden auch in der unbelebten Natur Einrichtungen von so hoher Vollendung, dafs der Gedanke sich aufzudrängen scheint, das Unorganische sei beseelt. Auch ein Streben zum Ganzen tritt uns aufserhalb der Lebewelt entgegen.

Kann man es nicht ein Streben zum Ganzen nennen, wenn ein Krystall in einer Lösung sich bildet, und all die unzähligen kleinsten Teilchen jedes an seine Stelle wandert, als wüfste es, was dabei entstehen soll, sodafs schliefslich ein Gebilde von so erstaunlicher Regelmäfsigkeit zu stande kommt? Und schlägt man einem Krystall eine oder auch sämtliche Ecken ab und hängt den Torso in eine Lösung derselben Substanz, so ergänzt er die fehlenden Stücke und regeneriert sich zu vollendeter Regelmäfsigkeit. Sogar aus einem Krystallsplitter kann unter günstigen Umständen wieder ein ganzer Krystall werden, und der Splitter liegt darin an derselben Stelle, die er im ersten einnahm. Das ist doch ein Vorgang, der so gut wie die Regenerationen bei niederen Tieren — also die typischsten Lebensvorgänge — zu der Annahme führen könnte, er sei von einem Zweck veranlafst und beherrscht! In der That haben die ersten Beobachter der Krystallbildung eine „Krystallseele" angenommen, um diese Bewundern erregenden Geschehnisse zu „erklären"! Heute ist man nun einer mechanistischen Erklärung der Krystallregeneration auf der Spur. Es scheint zu gelingen, sie auf dieselben Gesetze zurückzuführen, die bei der normalen Krystallbildung walten: auf physikalische Gesetze.

Den Mechanisten unter den Biologen erscheint es nicht undenkbar, dafs Ähnliches auch für die Regenerationen bei Lebewesen gelingen werde. Vielleicht kann man einst chemisch-physikalische Gesetze wiederfinden in dem Verhalten von Geweben einer gewissen Beschaffenheit, welche, wenn eine Wundfläche vorhanden ist, zu sprossen beginnen und das verlorene Glied oder Stück eines Gliedes neu bilden. Wenn diese Gesetze einmal gefunden sein sollten, dann wäre der Wissensdurst der Mechanisten gestillt. Nicht so der ihrer Gegner. Diese verlangen mehr: Warum sind die regenerierenden Gewebe gerade von solcher Art? Wie sind sie so geworden? Wie sind überhaupt die wunderbaren Einrichtungen in der Lebewelt geworden?

Es ist wahr, dafs der Mechanist nicht hoffen kann, solche und

ähnliche Fragen zu lösen. Der Grund liegt aber nicht in seinen Prinzipien, sondern in äufseren Verhältnissen. Die komplizierte Struktur der Gewebe und Zellen hat eine sehr lange Vorgeschichte, sie hat sich während gewaltiger Zeiträume in ganz allmählicher Entwickelung ausgebildet. Unzählige Generationen von Vorfahren, von denen wir fast nichts wissen, sind aufgetreten und verschwunden, bis es zur Bildung der Tiere und Pflanzen kam, die wir jetzt kennen, deren Eigenschaften wir jetzt untersuchen. Nur wenn die Einflüsse, welche auf alle früheren Geschlechter wirkten, aufs genaueste erforscht wären, nur dann wäre es denkbar, dafs man die Entwickelung der Ausgangsstruktur verstehen, chemisch-physikalisch verfolgen könnte. Da kein Forscher je dazu gelangen wird, darf man billigerweise auch dem Mechanisten aus seiner Unwissenheit in diesem Punkt keinen Vorwurf machen. Man wird sich ja auch gewöhnen müssen, auf eine Lösung des Rätsels vom ersten Ursprung des Lebens zu verzichten, ebenso wie auf eine allgemein befriedigende Theorie von der Entstehung des Sonnensystems. Der Lage der Dinge nach sind uns diese Fragen unlösbar; kaum ein Naturforscher wird heute noch der Ansicht sein, dafs dabei Gesetze walteten, die an und für sich unserem Geist verschlossen wären.

Der Haupteinwand gegen die mechanistische Lehre bleibt immer der, dafs es bisher noch nicht gelungen sei, auch nur einen einzigen wirklichen Lebensvorgang chemisch-physikalisch zu erklären. So sei die natürliche Entstehung selbst der einfachsten organischen Körper in Dunkel gehüllt. Man wisse z. B. von der Stärke, die in der Pflanze gebildet wird, dafs sie unter dem Einflusse des Lichtes in den Blattgrünkörnchen entsteht, dafs Kohlensäure und Wasser dazu nötig sind. Aber hier wie anderswo kenne man nur Anfangs- und Endstadium; wie das eine aus dem anderen hervorgehe, durch welche Neuaufnahmen und Umlagerungen von Stoffen, das sei unbekannt. Von den viel komplizierteren Prozessen im tierischen Körper, der Sekretion einer Drüse etwa schon ganz zu schweigen. Ja, der Vitalist Bunge sagt: „Je eingehender, vielseitiger, gründlicher wir die Lebenserscheinungen zu erforschen streben, desto mehr kommen wir zu der Einsicht, dafs Vorgänge, die wir bereits geglaubt hatten physikalisch und chemisch erklären zu können, weit verwickelterer Natur sind und vorläufig jeder mechanischen Erklärung spotten.“ Wie soll man aber hoffen, einmal alles erklären zu können, wenn es bisher trotz so langer rastloser Arbeit noch nicht gelungen ist, auch nur irgend etwas erschöpfend zu erklären?

Nun, diese Thatsachen sind wohl allen Naturforschern geläufig; aber der Mechanist zieht nicht den Schlufs daraus, dafs unsere Unwissenheit notwendig immer dauern müsse. Betrachtet man einmal die chemischen und physikalischen Vorkenntnisse, die sich heute zur Erklärung des Lebens heranziehen lassen, so leuchtet sofort ein, dafs auf dieser Grundlage eine erschöpfende Erkenntnis allerdings noch nicht aufgebaut werden kann. Weifs man doch nicht einmal Genaues über den Bau und die Beschaffenheit des Protoplasmas, derjenigen Substanz, an die alle Lebenserscheinungen gebunden sind! Wie sollte es da möglich sein, über die Umwandlungen, die diese Substanz erfährt, etwas Befriedigendes auszusagen! Es steht aber der Annahme theoretisch nichts im Wege, dafs man einmal so weit kommen werde. Und kennt man erst die Zusammensetzung der verschiedenen Arten des Protoplasmas, so kann man auch hoffen, den Schritt zur Erkenntnis seiner chemischen Thätigkeit zu machen, d. i. zur chemischen Erkenntnis der Lebensvorgänge.

Genau das Gleiche gilt für die physikalische Erklärung des Lebens; auch hier mangelt es noch an den wichtigsten Vorkenntnissen. So ist man z. B. über den Aggregatzustand des Protoplasmas noch nicht einig. Da kann allerdings an eine physikalische Erklärung einzelner Erscheinungen, die natürlich zum grofsen Teil von diesem besonderen Zustand direkt abhängen, nicht gedacht werden. Aber auch auf diesem Punkt braucht — wie neueste Untersuchungen zu lehren beginnen — unsere Unwissenheit nicht immer zu dauern. An dieser Thatsache von grundlegender Bedeutung darf festgehalten werden: In den organischen Körpern kommt kein einziges Element vor, das nicht auch in der unorganischen Natur vorhanden wäre. „Aus der ...... Konstanz der Eigenschaften unserer Elemente einerseits, aus der Thatsache anderseits, dafs der lebende Organismus, ebenso wie alle anderen Körper, sich seinem ganzen Massenbestande nach völlig aus diesen Elementen aufbaut, folgt ohne weiteres die Berechtigung, für alle seine Eigenschaften, gleichviel wie komplizierter Art sie sein mögen, die Ableitung aus kompliziertester Gruppierung und Ineinanderwirkung zu versuchen — oder wenigstens für möglich zu halten ..... Die mechanistische Auffassung mufs für alle Lebenserscheinungen, soweit sie an einem Körper, in einem physikalisch-chemischen System stattfinden, anwendbar sein, und die Erscheinungen in diesem System auch völlig und erschöpfend klarlegen können." Die physikalisch-chemische Untersuchungsweise „mufs — und mit vollem

Recht — dabei beharren, dafs auch alles Geschehen der Lebewesen nichts weiter sei als eine sonderartige Bethätigung der sie zusammensetzenden Naturkörper. — Aber wir sind mit dieser Feststellung noch immer der Grundfrage nicht näher gekommen, von welcher wir ausgingen: Genügt diese in sich geschlossene und vollbegründete Anschauungsweise den Phänomenen? Alle die genannten „vitalistischen" Hypothesen sprechen doch durch ihre blofse Existenz dafür, dafs noch aufserhalb, jenseits der chemisch-physikalischen Analyse Probleme, Ungewifsheiten liegen müssen, die wir fühlen, ohne sie in der geläufigen, mechanistischen Sprechweise ausdrücken zu können." (Albrecht.)

Einige Idealisten konstatieren daher einen Grundfehler in der mechanistischen Behandlung des Gegenstandes überhaupt. Sie wollen eine neue Forschungsmethode angewandt wissen, mit deren Hilfe allein es gelingen könne, dem Problem des Lebens näher zu kommen.

Sie gründen ihre Meinung auf eine Kritik des menschlichen Erkenntnisvermögens.

Es ist oft betont worden, von seiten der Philosophen sowohl wie von seiten der Naturforscher, dafs alles, was wir von der Aufsenwelt wissen, durch die Sinnesorgane zu uns gelangt. Diese nehmen aber nicht alle Arten von Reizen auf, welche die Aufsenwelt bietet (für Elektrizität, für Magnetismus fehlt uns z. B. ein spezielles Sinnesorgan), und was sie aufnehmen, was durch die Nerven weiterbefördert wird bis zum Gehirn, dem geben sie ein besonderes Gepräge, ihrem Bau entsprechend. Ein elektrischer oder ein mechanischer Reiz, etwa ein Schlag oder Druck, wird, wenn er Auge und Sehnerv erregt, als Licht empfunden, — gerade wie jene Ätherwellen, für welche das Auge eigentlich eingerichtet ist. Trifft der gleiche elektrische oder mechanische Reiz das innere Ohr oder den Gehörnerv, so haben wir eine Schallempfindung; nicht nur Luftwellen von gewisser Länge sind im stande, eine solche zu erzeugen. So hängt die Qualität unserer Empfindung mehr von dem Organ ab, das sie vermittelt, als von dem Reiz, der aus der Aufsenwelt stammt. Das können wir nun durch folgende Überlegung einleuchtend machen:

Die Lichtwellen werden nicht im Auge selbst empfunden (so wenig wie die Schallwellen im Ohr). Sie passieren Linse und Glaskörper und treffen die Netzhaut im Hintergrunde des Auges. In der Netzhaut verbreiten sich die Fasern des Sehnerven; dort findet eine bedeutsame Umwandlung der Energie statt: Die Ätherwelle als solche hört auf zu existieren, durch sie aber wird der Nerv in einen Er-

regungszustand versetzt, den man als einen chemischen Prozefs zu deuten pflegt. Dieser schreitet bis zum Gehirn vor; erst wenn er dort angelangt ist, wird er uns bewufst — als Lichtempfindung. Die Ätherwelle ist es nicht direkt, welche diese Empfindung erzeugt. — So erscheint es natürlich, dafs das Auge nur eine Qualität der Empfindung zu vermitteln vermag. Nicht der ursprüngliche Reiz gelangt zum Gehirn, sondern die Nervenerregung, welche er verursacht. Die Erregung kann aber nur innerhalb enger Grenzen schwanken, entsprechend dem Bau des Nerven; sie kann uns die Empfindung verschiedener Arten von Licht geben, aber immer nur die Empfindung: Licht.

Ganz analoge Betrachtungen könnten für jedes unserer Organe durchgeführt werden, — und es geht daraus hervor, dafs „die Aufsenwelt uns ein Buch mit sieben Siegeln, dafs das einzige unserer Beobachtung und Erkenntnis unmittelbar Zugängliche die Zustände und Vorgänge des eigenen Bewufstseins sind". (Bunge.)

Aus solchen Überlegungen folgern nun einige Idealisten, dafs die Mechanisten sich auf einem Irrweg befinden. „Das Problem gleicht jenen anderen Problemen, an deren Lösung der Verstand von Jahrhunderten scheitern mufste, weil die Frage falsch gestellt war." (Verworn.) Es sei ein vergebliches Bemühen, die Erscheinungen des Lebens oder die psychischen Erscheinungen — wie das die Materialisten wollen — zu „erklären" durch Zerlegung in chemische und physikalische Vorgänge, also in Vorgänge der Körperwelt, der Welt aufser uns, in der das einfachste Objekt, je nach den Organen, mit denen wir es wahrnehmen, uns verschiedenartige Eindrücke giebt, die alle durch diese Organe und ihren Bau bedingt sind. Sehen wir doch die Aufsenwelt immer gleichsam durch starkgefärbte, eigenartig geschliffene Gläser, welche das Bild in unkontrollierbarer Weise verzerren und entstellen. Jene Idealisten halten den umgekehrten Weg für den richtigen, unsere Empfindungen, unsere Vorstellungen und Gedanken für das Einfachere, für das einzige uns wirklich Bekannte. „Das wirkliche Problem besteht nicht darin, die psychischen Erscheinungen durch materielle zu erklären, sondern vielmehr die materiellen, die ja nur Vorstellungen der Psyche sind, ebenso wie alle anderen psychischen Erscheinungen zurückzuführen auf ihre psychischen Elemente." (Verworn.) Alle Naturwissenschaft müsse Psychologie werden; der „innere Sinn" müsse den äufseren zu Hilfe kommen. Nur durch diese neue Methode könne die Erforschung des Lebens gelingen.

Bei der Aufstellung dieser neuen Methode ist aber eine sehr wichtige Thatsache übersehen: Es steht nämlich mit unseren psychi-

schen Vorgängen und mit ihrer Beobachtung um nichts besser als mit unserer Beurteilung der Vorgänge in der äufseren Natur. Auch da sind wir von unserer Organisation abhängig, an den Bau unseres Nervensystems gebunden. Nie können wir diese Schranken überwinden. Gerade wenn wir uns auf realistischen Boden stellen, wenn wir, wie das heute wohl alle Naturforscher thun, einen engen Zusammenhang der psychischen Vorgänge mit Veränderungen in unserem Nervensystem annehmen, gerade dann kommen wir zu dem antirealistischen Schlufs, dafs die psychologischen Beobachtungen einen um nichts höheren Wert haben als unsere Beobachtungen der umgebenden Körperwelt. Beide stehen auf genau der gleichen Stufe der Glaubwürdigkeit. Das Arbeitsresultat ist hier wie dort durch den Bau der arbeitenden Maschine bedingt. Sie kann nur entsprechend ihrer inneren Einrichtung produzieren, nur das Material verwerten, für das sie gebaut ist, nur gewisse Arten von Produkten liefern, für deren Erzeugung sie bestimmt ist.

Es ist also keine Aussicht vorhanden, dafs die vorgeschlagene neue Arbeitsweise uns die ersehnte Lösung bringen könne.

Was ist zu thun, um sie zu finden?

Die Meinungen der Gelehrten stehen einander nicht nur schroff — geradezu feindlich gegenüber. Trotz all ihrer guten Gründe vermögen die Mechanisten ihre Gegner nicht zu überzeugen; sie hören wohl den Vorwurf, flache Denker zu sein, die die Frage nicht gründlich erfassen, die mit Scheinerklärungen sich zufrieden geben, während sie ihrerseits die Vitalisten und Idealisten als unklare Schwärmer betrachten. Der Streit wogt lebhaft hin und her, die Gemüter bis ins Tiefste erregend. — Nur wer die Fachlitteratur verfolgt, vermag zu schätzen, welche Menge von Arbeitskraft und Zeit, von Scharfsinn und auch von Erbitterung und Leidenschaftlichkeit dabei vergeudet wird, ohne dafs man einem Einverständnis näher zu kommen scheint. Erwägt man nun, was für hervorragende Gelehrte und gewissenhafte Forscher in jedem der beiden Heerlager kämpfen, so wird man sich dem Gedanken nicht verschliefsen können, dafs beide Richtungen ihre Berechtigung haben müssen. Und es bietet sich die Frage: Könnte wohl der Streit — wie das bei Gegenständen von minderer Bedeutung häufig genug ist — seine Ursache darin haben, dafs die wissenschaftlichen Grundanschauungen verschiedene sind, dafs die Gegner aus diesem Grunde einander nicht verstehen?

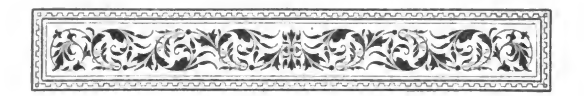
Ungemein wohlthuend mufs bei einer Frage von so einschneidender Wichtigkeit der Versuch wirken, einen Ausgleich zu stande

zu bringen durch den Nachweis, dafs die Vertreter der beiden Lehren zu so verschiedenen Resultaten gelangen, weil sie die Sache von verschiedenen Standpunkten aus betrachten; weil sie auf beiden Seiten ein paar Thatsachen übersehen, die auf anderen Gebieten anerkannt sind, auf die Frage nach dem Wesen des Lebens bisher aber nicht angewandt wurden. Dieser Nachweis ist neuerdings geliefert durch Dr. Eugen Albrecht in einer kleinen, inhaltreichen, im Vorhergehenden bereits benutzten und mehrfach zitierten Schrift: Vorfragen der Biologie.*) Er sollte die Wirkung äufsern, den langwierigen, aussichtslosen Streit verstummen zu lassen, kostbare Arbeitskräfte frei zu machen und sie auf mehrversprechende Gebiete zu lenken. Die Schrift wendet sich an Fachleute. Dafs bei dem vorliegenden Versuch, das Wesentlichste davon auch Laien zugänglich zu machen, eine Menge von Details wegfallen müssen, versteht sich wohl von selbst und möge entschuldigt werden. Bedauerlich bleibt es, denn Details und kurze Hinweise sind es in solchem Falle oft nicht zum wenigsten, die Ausblicke in neue, interessante Gebiete eröffnen. Aber wer dem Gegenstand nicht fremd gegenübersteht, der wird ohnehin gut thun, zum Original zu greifen.

*) Verlag von J. F. Bergmann. Wiesbaden. 1899.

(Schlufs folgt.)





Die thätigen Vulkane Mexikos.

Von Dr. Emil Deckert in Steglitz.

Vulkanausbrüche haben an dem Aufbau und der Gestaltung des mexikanischen Gebirgslandes einen sehr hervorragenden Anteil genommen, und man darf behaupten, dafs nicht blofs die herrlichen Naturschönheiten desselben, sondern auch seine reiche Ausstattung mit Mineralschätzen und seine Fruchtbarkeit ganz wesentlich darin ihre Wurzeln haben. Ähnlich wie in anderen Erdgegenden befindet sich aber der Vulkanismus gegenwärtig auch in Mexiko in dem Zustande einer entschiedenen Erlahmung und Ermattung, besonders wenn man seine neueren Äufserungen mit denjenigen des Tertiär- und Quartär-Alters vergleicht. Nicht blofs die weit klaffenden und über viele Meilen ausgedehnten Spalten, denen seiner Zeit die mächtigen Rhyolith- und Basaltdecken der Sierra Madre Occidental entquollen sind, haben sich, wie es scheint, für immer verstopft und geschlossen, sondern auch die aus trachytischen oder andesitischen Laven und Tuffen zusammengesetzten Riesenkegel des Nevado de Toluca, des Ixtaccihuatl, der Malinche, des Cofre de Perote, des Cerro de Tequila und des Zempoaltepec müssen als seit lange erloschen gelten, dergestalt, dafs auch von ihnen eine nochmalige Eruption schwerlich mehr zu erwarten ist.

Was aber die in der Gegenwart noch thätigen und nur zeitweise schlummernden Vulkane Mexikos betrifft, so versteht es sich von selbst, dafs über ihre Eruptionen die historischen Aufzeichnungen viel weniger weit in die vergangenen Jahrhunderte zurückreichen, als über die altweltlichen Vulkaneruptionen, und dafs man, wenn man als thätige Vulkane nur die gelten läfst, welche in historischen Zeiten Ausbrüche gehabt haben, in der einen Gegend nicht mit demselben Mafse mifst wie in der anderen. So dürfte z. B. das dem Xitli entströmte, merkwürdige Lavafeld des sogen. Pedregal, unmittelbar vor den Thoren der mexikanischen Hauptstadt, aller Wahrscheinlichkeit

nach kaum ein volles Jahrtausend älter sein als die spanische Conquista; denn nicht nur haben die mächtigen Verwitterungsagentien des mexikanischen Hochlandes ihren Einflufs so gut wie noch gar nicht an ihm geltend gemacht, sondern seine frischen, schwarzen Schlacken umschliefsen auch zahlreiche menschliche Artefakte und Knochenreste, durch die bezeugt wird, dafs das Hochthal von Anahuac zur Zeit der fraglichen grofsen Lavaeruption bereits ein dichtbesiedeltes Kulturland war. Sodann entfalten der Cerro de las Humaredas, der Cerro de los Azufres, der Volcan del Gallo und der Maritaro, nahe bei der Stadt Morelia, und kaum weniger auch der Cerro del Col und der Huilaxte, bei Guadalajara, noch eine so lebhafte Fumarolen- und Solfatarenthätigkeit, dafs man angesichts derselben recht wohl glauben darf, dieselbe könne sich bei ihnen noch jederzeit einmal zu einer wirklichen Aschen- oder Lavaeruption steigern. Der das Hochthal von Anahuac überragende, doppelgipfelige Ajusco sowie der Pic von Tancitaro, in Michoacan, und andere Berge sind aber wenigstens von vulkanischem Auswurfmaterial — von Schlackenstücken, Trafs, vulkanischem Sand und dergl. — umlagert, das in jeder Weise als ein recentes erscheint. Man wird also von diesen Vulkanen nicht einfach sagen dürfen, dafs sie definitiv erloschen seien.

Durch historische Dokumente bezeugt sind in dem nördlich von der Tehuantepec-Landenge gelegenen mexikanischen Hauptlande die Eruptionen von den acht Vulkanen: Popocatepetl, Citlaltepetl (Pic von Orizaba), Tlaxcala (Telapon), Tuxtla (San Martin), Colima, Jorullo, Ceboruco und Tezontle.

Der majestätische, mit seinem weifsen Schneegipfel bis 5452 m emporragende Popocatepetl hatte Eruptionen in den Jahren 1496, 1509, 1519, 1530, 1548, 1571, 1592, 1594; 1642, 1663, 1664, 1665, 1698; 1720, 1790 und 1804; und man kann aus dieser Jahresreihe deutlich ersehen, wie gerade bei diesem mexikanischen Hauptvulkane die Thätigkeit fortschreitend erlahmt ist. In dem Jahrhundert der Conquista durfte man ihn noch ziemlich unruhig nennen, denn da hatte er noch sieben Ausbrüche, die zum Teil mit verheerenden Erdbeben in der näheren Umgebung von Mexiko und Puebla Hand in Hand gingen. In dem darauf folgenden Jahrhundert aber ruhte er bereits öfter und länger, so dafs nur noch fünf Eruptionen zu verzeichnen waren, und in einem weit höheren Mafse noch war dies der Fall im 18. Jahrhundert, wo im ganzen nur zwei Ausbrüche stattfanden. Das 19. Jahrhundert aber war, abgesehen von der Eruption im Jahre 1804, von Eruptionen gänzlich frei, und nur die Fumarolen- und Solfataren-

thätigkeit dauert noch immer an und läfst ein abermaliges Erwachen des Riesen nicht als vollkommen ausgeschlossen erscheinen. Übrigens nahm aber in den 400 Jahren, die wir in dem gegebenen Falle überschauen, neben der Zahl der Eruptionen auch die Intensität derselben sehr merklich ab; der letzte starke Lava-Ausflufs aus dem Hauptkrater dürfte der von 1548 gewesen sein.

Nicht viel anders als der Popocatepetl hat sich der Citlaltepetl verhalten. Auch dieser grofsartig schöne, aus der Tropenpracht in die Region des ewigen Schnees hinaufgreifende Vulkanriese, der den Popocatepetl an Höhe (5550 m) noch etwas übertrifft, machte in der Zeit von 1613 bis 1736 und dann wieder von 1777 bis 1870 auffällig lange Ruhepausen, die nicht gut anders als bei seinem ebenerwähnten Zwillingsbruder gedeutet werden können. In dem Jahrhundert nach der Conquista regte sich auch in ihm viel mehr Leben, und seine letzten grofsen Lava-Ausströmungen sind in jene Zeit zurückzudatieren, während seine letzten Eruptionen — die von 1895 ebenso wie die von 1870 — vergleichsweise schwächliche Aschen- und Flammeneruptionen waren. Alles in allem sind von ihm sieben Eruptionen bekannt, die in die Jahre 1545, 1566, 1613, 1736, 1777, 1870 und 1895 fallen.

Der Tlaxcala-Vulkan, der sich nördlich vom Ixtaccihuatl bis zu 3300 m erhebt, war nur in den Jahren 1519 und 1540 thätig, seither aber niemals wieder. Seine Ermattung ist also eine noch vollkommenere.

Der San Martin de Tuxtla, an der Nordseite des Isthmus von Tehuantepec, nahe an der mexikanischen Golfküste gelegen und 1500 m hoch, hatte dagegen seine erste Eruption in historischer Zeit erst im Jahre 1664, und es folgten derselben weitere in den Jahren 1772 und 1793 sowie vielleicht — was weniger gut bezeugt ist (nur von Dollfus und Montserrat) — eine letzte schwache im Jahre 1853. Bei ihm ist also das Nachlassen der Aktivität in jedem Falle kein so entschiedenes. Der Aschenauswurf des Jahres 1793 war auch noch ein sehr phänomenaler; derselbe verdunkelte nicht blofs für weite Striche der unmittelbareren Umgebung die Sonne völlig, sondern das Gebiet des Aschenregens reichte bis nach Oaxaca und Matamoros de Izucar (350 km weit).

Noch viel weniger ausgesprochen ist aber die Ermattung bei den Vulkanen der pazifischen Abdachung, und sobald man von den präkolumbischen Zeiten absieht, könnte man bei ihnen eher geneigt sein, von einem augenfälligen Lebhaftergewordensein der Thätigkeit

zu reden — gewissermafsen als habe die pazifische Abdachung der atlantischen in der fraglichen Hinsicht das Gegengewicht zu halten, und als müsse sie quitt machen, was diese versäumte. Es ist dies eine Thatsache, die bei einem Versuche, die vulkanischen Erscheinungen Mexikos zu systematisieren und theoretisch zu erklären, nicht aufser acht gelassen werden darf.

Vor allem gilt das Gesagte von dem Colima (3961 m hoch), den man als den pazifischen Hauptvulkan bezeichnen darf, und von dem Eruptionen bezeugt sind aus den Jahren: 1581, 1590, 1611, 1749, 1770, 1795, 1806 bis 1808, 1818, 1869, 1872, 1873, 1874, 1877, 1880, 1885 bis 1887 und 1895 bis 1900. Ganz besonders furchtbar und umfangreich waren die Ascheneruptionen des Colima in den Jahren 1806, 1818 und 1869, die ihre Wirkungen zum Teil bis nach Zacatecas und San Luis Potosi hin erstreckten. Der neueste Ausbruch aber zeichnet sich jedenfalls durch eine ganz besondere Nachhaltigkeit aus.

Von dem Jorullo (1301 m) aber weifs man durch die eingehenden Schilderungen Alexander von Humboldts, dafs sich derselbe erst im Jahre 1759 gebildet hat, um $1\frac{1}{2}$ Jahrzehnt hindurch ein gewaltiges Ungestüm zu bekunden und grofse Lavamassen ans Tageslicht zu fördern, dann aber wieder in einen blofsen Fumarolenzustand zu verfallen, in dem er noch heute verharrt.

Ebenso öffnete sich der Schlund des Ceboruco (2170 m), am unteren Rio de Santiago, zu einer starken Lava- und Ascheneruption erst im Jahre 1870. Im Jahre 1875 wirbelte derselbe nochmals mächtige Aschenwolken in alle Winde; der Tezontle aber, bei Tlapa im östlichen Guerrero, hatte seine erste bekannt gewordene Eruption sogar erst im Jahre 1875.

An verschiedenen Orten des mexikanischen Westens und Südens haben die vulkanischen Kräfte demnach wohl Jahrhunderte hindurch gerastet und geschlummert, schliefslich aber hat doch ein Wiedererwachen derselben stattgefunden. Sollte also bei den obenerwähnten Vulkangruppen von Morelia und Guadalajara sowie bei dem Pic von Tacintaro, die derselben Reihe angehören wie der Jorullo, der Ceboruco und der Tezontle, ein Wiedererwachen nicht auch möglich sein? Sei dem aber, wie ihm wolle, und mögen die pazifischen Vulkane in der neuesten Zeit im Vergleiche zu den atlantischen Vulkanen immerhin sehr gewaltige Eruptionen gehabt haben sowie zugleich auch viel mehr als diese letzteren Aussicht bieten auf eine weitere Fortdauer ihrer Thätigkeit in den kommenden Jahrhunderten — trotz

alledem ist es sicher, dafs auch ihre Ausbrüche nur ein schwacher Nachklang sind von den Ausbrüchen, die während des tertiären und quartären Erdalters stattgefunden haben.

Eine gewisse Sonderstellung unter den thätigen Vulkanen Mexikos nimmt die Gruppe der Las Virgines, an der niederkalifornischen Halbinsel, ein, die im Jahre 1746 einen heftigen Ausbruch hatte. und die dadurch als eine Art Seitenstück zu dem Jorullo erscheint.

Der Tacana dagegen, auf der mexikanisch-guatemalischen Grenze, der im Jahre 1855 in geringem Umfange thätig war, wird besser der mittelamerikanischen Vulkanreihe zugezählt.





Über die Ergebnisse der internationalen Ballonfahrten berichtet Dr. Hergesell ausführlich in einigen in der meteorologischen Zeitschrift*) erschienenen Artikeln.

Einige bemerkenswerte, bisher zum Teil nicht bekannte oder doch noch nicht nachgewiesene Eigenschaften der höheren Luftschichten, die auf Grund der in den Jahren 1895 bis 1899 von Petersburg, Berlin, Wien, Strafsburg und Paris aus gleichzeitig unternommenen Ballonreisen ermittelt worden sind, dürften auch für weitere Kreise von Interesse sein.

Zunächst zeigt eine vergleichende Übersicht der in den verschiedensten Höhenschichten gewonnenen, einwandsfreien Temperaturbestimmungen, dafs beträchtliche räumliche und zeitliche Temperaturschwankungen nicht nur an der Erdoberfläche, sondern in mindestens ebenso starkem Grade auch in allen anderen Niveaus (bis zu 10000 m) vorkommen. So betrug beispielsweise die Temperatur in 5000 m Höhe bei einigen Fahrten — 6° (im Juni und Oktober), während sie am 24. März 1895 bei Petersburg auf — 45° gesunken war, und ähnlich war in 10000 m Höhe die höchste beobachtete Temperatur — 36° (August und Oktober), die tiefste dagegen wurde im Mai 1897 bei Strafsburg zu — 83° gemessen, so dafs in dieser Höhe die Schwankung nicht weniger als 47° betrug. Es wird bei diesen Angaben besonders auffallen, dafs der zeitliche Gang der Temperatur in grofsen Höhen völlig regellos zu erfolgen scheint und dafs die Abhängigkeit von der Jahreszeit fast gänzlich zurücktritt. Zum mindesten ist durch die bisherigen Ballonfahrten die Frage, ob überhaupt in Höhen von 7000 bis 10000 m eine ausgesprochene, jährliche Temperaturwelle existiert und welche Verschiebung dieselbe etwa gegen die an der Erdoberfläche beobachtete periodische Schwankung auf-

---

*) 1899, XII und 1900, I und II.

weist, noch nicht zu entscheiden. Dagegen erscheint die allgemeine Wetterlage von grossem Einflufs auf die Höhentemperatur zu sein.

Die Abhängigkeit der Temperatur der höchsten Schichten vom Witterungszustand geht insbesondere aus der örtlichen Verschiedenheit der Temperatur gleich hoher Luftschichten hervor, wie sie durch die Simultanfahrten ans Licht kam. Zu gleicher Stunde herrschten bei einzelnen Fahrten auch in den höchsten, von den Ballons erreichten Luftschichten über nur wenige Hunderte von Kilometern entfernten Orten Temperaturen, die um 30° bis 40° von einander abwichen. So war, um nur ein Beispiel anzuführen, am 13. Mai 1897 die Temperatur in 5000 m Höhe im Westen Europas um mehr als 20° niedriger als im Nordosten in der Gegend von Petersburg. Diese Thatsache hätte man nach früheren Anschauungen, die die Temperaturschwankungen hauptsächlich auf den Einflufs der Insolation und Ausstrahlung des Erdbodens zurückzuführen suchten und daher nur für die tiefsten Schichten des Luftmeeres als vorhanden annahmen, direkt für unmöglich gehalten.

Endlich ist durch die Ballonfahrten das allgemeine Gesetz erkannt worden, dafs die Temperaturgradienten mit der Höhe fast ständig zunehmen. Änderte sich z. B. am 13. Mai 1897 in Berlin die Temperatur beim Beginn der Erhebung über den Erdboden für je 100 m Aufstieg um 0,4°, so erhöhte sich diese Zahl (der sogenannte Gradient oder das Temperaturgefälle) in 5000 m auf etwa 0,8°. Ähnlich stieg am 18. Februar 1897 in Berlin der Gradient von 0.2° an der Erdoberfläche auf 0,4° in 4000 m, auf 0,8° in 6000 m und sogar auf 1,4° in 8000 m Höhe. Aber auch gleichzeitige örtliche Verschiedenheiten des vertikalen Temperaturgefälles traten bei den internationalen Ballonfahrten vielfach in starkem Grade hervor.

Die Betrachtung der besonderen Verhältnisse bei jedem einzelnen Aufstieg führt Hergesell schliefslich zu der Feststellung sehr ausgedehnter Luftwirbel in gröfseren Höhen, in deren Zentrum die Temperatur regelmäfsig am niedrigsten war. Auf der Ostseite von diesem Zentrum war die Temperatur infolge der von Süden herkommenden Äquatorialströmung (die Ballons flogen stets fast genau längs der Isobaren) wärmer als auf der Westseite, wo sich der von Norden kommende Polarstrom geltend machte. Im ganzen waren die höheren Luftschichten bei den Frühjahrsauffahrten auf der Rückseite des Luftwirbels wesentlich kälter als bei den Herbstfahrten, was die Nachwirkung der sommerlichen Sonnenstrahlung auf die polaren Luftmassen deutlich erkennen läfst. Es hat fast den Anschein, als wären

die eben geschilderten, ausgedehnten Luftwirbel der höheren atmosphärischen Schichten Teile des zuerst von Ferrel auf Grund theoretischer Betrachtungen angenommenen grofsen Polarwirbels, der somit durch das friedliche Zusammenwirken der Gelehrten der gröfsten kontinentalen Mächte zum ersten Male als thatsächlich existierend erwiesen gelten könnte.

Aus alledem geht zur Genüge hervor, von wie weittragender Bedeutung die internationalen Ballonfahrten für die Ermöglichung einer gründlichen Erforschung des Luftmeeres geworden sind. Sie haben zur Evidenz erwiesen, dafs die Witterungsvorgänge in viel stärkerem Grade von der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre als von lokalen Vorgängen an der Erdoberfläche bedingt sind, und es ist demnach ein wirklicher Fortschritt der Meteorologie nur unter der Bedingung zu erwarten, dafs immer mehr und mehr die Beobachtungen an der Erdoberfläche durch die Erforschung der höheren Luftschichten vermittelst der Ballonfahrten, Drachenaufstiege und Bergobservatorien ergänzt werden. Bei der eminenten, praktischen Bedeutung der noch recht jungen Wissenschaft vom Wetter ist nicht zu bezweifeln, dafs diese ihre auf Staatshilfe angewiesenen Bestrebungen allezeit und allerorten bei den Regierungen verständnisvolles Entgegenkommen finden werden. F. Kbr.



Die Dichte der Algolsterne. Bekanntlich wird der streng periodische Lichtwechsel der Sterne vom sogenannten „Algoltypus“ (etwa 10 veränderliche Sterne mit kurzer Lichtperiode) dadurch erklärt, dafs man annimmt, es kreise um den hellen Stern ein dunkler und letzterer verfinstere den hellen in regelmäfsigen Zwischenräumen, dafs beide Sterne also ein enges Doppelsternsystem darstellen. Unter Voraussetzung dieser Finsternistheorie und Annahme einer Kreisbahn für den dunklen Begleiter läfst sich aus der Lichtperiode und der Dauer der Helligkeitsabnahme ein ungefährer Schlufs auf die mittlere Dichtigkeit dieser Sternsysteme ziehen. Man kann nämlich von dem Verhältnis der Verfinsterungsdauer zur Umlaufszeit auf das Verhältnis der Gröfse der Sterne im Vergleich zu ihrer gegenseitigen Entfernung von einander schliefsen. Die Dichte der Sterne ergiebt sich dann aus den Beziehungen zwischen ihren Volumen und ihren Massen. H. N. Russell hat in dieser Weise mittelst Zugrundelegung der besten Beobachtungsdaten die Dichte einer Anzahl von Algolsternen zu bestimmen versucht, von welchen wir die folgenden hervorheben:

	Dichte		Dichte		Dichte
S Cancri	0,035	U Coronae	0,137	W Delphini	0,170
δ Librae	0,058	Algol	0,139	Y Cygni	0,212
S Velorum	0,061	λ Tauri	0,142	X Carinae	0,261
U Cephei	0,098	R Arae	0,145	U Ophiuchi	0,298
				R Can. maj.	0,366

Für die beiden zum Südhimmel gehörenden Sterne dieser Serie, nämlich X Carinae und S Velorum, hat auch A. Roberts ähnliche Beträge für die Dichte dieser Sterne (Sonne = 1 gedacht) gefunden, für Centauri und RS Sagittarii giebt er 0,27 und 0,20 an. Die Zahlen, wenn sie auch nur Schätzungen sein können, deuten auf die schon von anderen Astronomen vermutete Thatsache hin, dafs die engen Doppelsternsysteme eine sehr viel geringere Dichtigkeit besitzen als die Sonne. Wir haben uns diese Sterne wahrscheinlich als kleine feste Kerne, umgeben von sehr weiten, vielleicht über die Dimension des betreffenden Systems hinausreichenden Atmosphären, vorzustellen.



Kritik der Darstellung von Arsen aus Phosphor.

Auf Seite 425 des XII. Jahrgangs unserer Zeitschrift haben wir unseren Lesern ein Referat über die Angabe Fitticas (Leopoldina März 1900) gegeben, dafs es ihm gelungen sei, Arsen aus Phosphor darzustellen, also ein Element in ein anderes überzuführen. Diese angebliche Entdeckung ist von Clemens Winkler nachgeprüft und darauf zurückgeführt worden (Ber. d. D. chem. Ges. 33, 1693), dafs das von Fittica gewonnene Arsen ursprünglich der zur Darstellung des Phosphors aus Calciumphosphat benutzten Schwefelsäure angehörte. Nach Fittica sollte das Arsen eine Stickstoff-Sauerstoff-Verbindung des Phosphors sein; aber Arsen ergiebt sich auch, wenn mit stickstofffreien Materialien gearbeitet wird. Man kommt immer auf das im Phosphor ursprünglich vorhandene Arsen. Fittica hat also nur das in allem Phosphor als Verunreinigung enthaltene Arsen gewonnen.



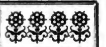
Miss C. W. Bruce †.

Am 13. März 1900 starb in New-York nach jahrelangem Leiden Miss Catharine Wolfe Bruce, deren Name mit der Geschichte der Astronomie der letzten Jahrzehnte stets eng verknüpft bleiben

wird auf Grund der hochherzigen Unterstützung, die sie der beobachtenden Sternkunde lange Jahre hindurch nicht nur jenseits des Ozeans, sondern auch in Europa hat zu teil werden lassen. Verdanken doch nicht nur die Lick-, Yerkes- und Harvard-Sternwarte, sondern unter anderen auch das neue Heidelberger Observatorium der verständnisvollen Förderin ernsten, wissenschaftlichen Strebens Instrumente, die diese Institute zu ihren kostbarsten Forschungsmitteln zählen dürfen. Der Tod dieser seltenen Frau bedeutet für die astronomische Wissenschaft einen schmerzlichen und schwer ersetzlichen Verlust.

Miss Bruce war am 22. Januar 1816 als Tochter eines namhaften Schriftgiefsers geboren und war in ihrer Jugend zu einer geschickten Malerin ausgebildet worden. Neben dieser künstlerischen Beschäftigung war sie jedoch auch eine begeisterte Freundin der Wissenschaften. Sie war mit der lateinischen, deutschen und italienischen Sprache vertraut und in der Litteratur derselben wohl bewandert. Als beneidenswerteste Lebensaufgabe aber durfte sie es betrachten, ihre reichen Mittel in den Dienst der Menschenliebe, der Erziehung und der Wissenschaft zu stellen. Sie gründete die „George Bruce Free Library“, eine Volksbibliothek, die sie aufs reichste ausstattete. Die astronomischen Schenkungen, denen sie im ganzen 200000 Dollars opferte, haben zahlreiche wichtige wissenschaftliche Arbeiten der neuesten Zeit ermöglicht, die ohne solche Hilfe so bald nicht hätten zur Ausführung gelangen können, und es ist mit besonderem Danke anzuerkennen, dafs sie nicht etwa aus eitlem Ehrgeiz die Stiftungen eines Lick und Yerkes zu überbieten suchte, sondern lieber durch kleinere Spenden an vielen Stellen zu Hilfe kam, wenn auch ihr Name auf diesem Wege im grofsen Publikum vielleicht nicht so bekannt wurde. Ihr kam es eben nur auf die Sache an, der sie in dieser Weise zweifellos am meisten nützte. Die Astronomie wird daher diese selbstlose Gönnerin nie vergessen und hat ihr auch bereits ein bleibendes Denkmal gesetzt, indem Professor Wolf in Heidelberg den am 20. Dezember 1891 entdeckten Planetoiden (323) auf den Namen „Brucia“ taufte. F. Kbr.



 Himmelserscheinungen. 

Übersicht der Himmelserscheinungen für Oktober und November.

Der Sternhimmel. Während Oktober-November ist der Anblick des Himmels um Mitternacht folgender: In Kulmination befinden sich die Sternbilder der Fische, Cassiopeja und Andromeda, im November folgen Perseus, Widder und Walfisch. Im Untergange sind Adler, Delphin und Wassermann; Wage und Skorpion gehen in der Abenddämmerung, Herkules und Ophiuchus zwischen 9—11 ^{h} abends unter. Die Sternbilder des grofsen Löwen und Hundes gehen um Mitternacht auf, Sirius zwischen $^1/_2$ 11 ^{h}—$^1/_2$ 1 ^{h}, Procyon eine Stunde früher, Regulus zwischen $^1/_2$ 12 ^{h}—$^1/_2$ 2 ^{h} morgens. Stier und Zwillinge sind schon bei Eintritt der Dunkelheit am Osthimmel sichtbar, Orion folgt zwischen 8—9 ^{h}; in den Morgenstunden, zwischen 3—6 ^{h}, bemerkt man den Aufgang von Bootes und Jungfrau. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um Mitternacht:

1. Oktober	β Ceti	(2. Gr.)	(AR. 0 ^{h}	38 ^{m},	D. — 18°	32′)
8. „	τ Piscium	(4. Gr.)	1	6	+ 29	34
15. „	ν „	(5. Gr.)	1	36	+ 4	59
22. „	α Arietis	(2. Gr.)	2	2	+ 22	59
29. „	δ Ceti	(4. Gr.)	2	34	— 0	6
1. November	μ „	(4. Gr.)	2	40	+ 9	42
8. „	12 Eridani	(3. Gr.)	3	8	— 29	23
15. „	δ „	(3. Gr.)	3	38	— 10	6
22. „	ο „	(4. Gr.)	4	7	— 7	6
29. „	ν „	(3. Gr.)	4	31	— 3	33

Helle veränderliche Sterne, die beobachtet werden können, sind folgende Sterne vom Algoltypus:

U Cephei	(Helligkeit 7.—9. Gr.)	(AR. 0 ^{h}	53 ^{m},	D. + 81°	20′)
Mira Ceti	(„ 2.—9. „)	2	14	— 3	26
Algol	(„ 2.—4 „)	3	2	+ 40	34
λ Tauri	(„ 3.—4. „)	3	55	+ 12	12
R Canis maj.	(„ 6.—7. „)	7	15	— 16	12
Y Cygni	(„ 7.—8. „)	20	48	+ 34	18

ferner die Maxima der Helligkeit der folgenden Sterne:

S Sculptoris	(Max. 7. Gr. am 19. Nov.)	(AR. 0 ^{h}	10 ^{m},	D. — 32°	36′)
R Andromed.	(„ 7. „ „ 5. „)	0	19	+ 38	1
T Monocerotis	(„ 6. „ „ 13. Okt., 9. Nov.	6	19	+ 7	8
T Aquarii	(„ 7. „ „ 10. Nov.)	20	45	— 5	31
R Piscis austr.	(„ 6. „ „ 13. Okt.)	22	12	— 30	6

Gut sichtbar ist auch der Andromedanebel.

Die Planeten. Merkur läuft von α Virg. (Spica) durch die Wage gegen den Antares (Skorpion) hin und wird dort rückläufig. Er ist in der ersten Hälfte Oktober einige Zeit nach Sonnenuntergang sichtbar. — Venus ist Morgenstern, wird Anfang Oktober schon vor 2 ^{h} morgens sichtbar, geht dann immer später auf, Ende November nach 4 ^{h} morgens, und bewegt sich in der Richtung von α Leonis (Regulus) gegen Spica. — Mars, vom Krebs in den Löwen laufend, befindet sich Mitte November sehr wenig nördlich von Regulus; er geht Anfang Oktober 2 Stunden früher auf als Venus, Ende November wird er schon nach $^1/_2$ 11 ^{h} abends sichtbar. — Jupiter, im nördlichen Teile des Skorpion, geht etwas nördlich vom Sterne Antares vorüber; er geht immer

zeitiger unter, Anfang Oktober gegen 3/4 8 h abends, Anfang November nach 6 h, Ende November um 1/2 5 h. — **Saturn**, leicht auffindbar in der Nähe des Sternes μ Sagittarii (4. Gr.), ist Anfang Oktober bis nach 9 h abends sichtbar, geht aber bald zeitiger unter, im November nach 7 h, Ende November um 1/2 6 h abends. — **Uranus**, in der Nähe vom Jupiter (19. Oktober stärkste Annäherung an diesen), geht ungefähr gleichzeitig mit Jupiter auf und unter. — **Neptun**, zwischen ζ Tauri (3. Gr.) und η Geminor. (3. Gr.) ist von 9 h abends ab sichtbar, Mitte November von 6 h ab; er geht am Tage unter.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
7. Oktober	κ Piscium	5. Gr.	2 h	35 m	morg.	3 h	27 m	morg
11. „	ω² Tauri	5. „	9	38	abends	10	27	abends
14. „	ν Geminor.	4. „	4	17	morg	4	50	morg.
6. November	π Arietis	5. „	11	3	abends	0	11	morg.
30. „	κ Piscium	5. „	7	17	abends	8	21	abends

Mond					Berliner Zeit.					
Erstes Viert.	am	1 Oktober	Aufg.	1 h	38 m	nachm.	Unterg.	9 h	57 m	abends
Vollmond	„	8. „	„	4	57	nachm.	„	7	29	morg.
Letztes Viert.	„	15. „	„	10	52	abends	„	2	6	nachm.
Neumond	„	23. „			—				—	
Erstes Viert.	„	31. „	„	1	19	nachm.	„	11	25	abends
Vollmond	„	6. November	„	3	54	„	„	7	43	morg.
Letztes Viert.	„	14. „	„	12	3	abends	„	1	12	nachm.
Neumond	„	22. „			—				—	
Erstes Viertel	„	29. „	„	0	12	nachm.	„	11	49	abends

Erdnähe: 8 Oktober und 5. November;
Erdferne: 21. Oktober und 17. November.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag			Zeitgleichung		Sonnenaufg. f. Berlin.		Sonnenunterg. f. Berlin.	
1. Oktober	12 h	38 m	54.2 s	— 10 m	13.5 s	6 h	2 m	5 h	37 m
8. „	13	6	30.0	— 12	20.5	6	14	5	21
15. „	13	34	5.9	— 14	6.7	6	26	5	5
22. „	14	1	41.8	— 15	25.0	6	39	4	49
29. „	14	29	17.7	— 16	10.3	6	52	4	35
1. November	14	41	7.3	— 16	18.7	6	57	4	29
8. „	15	8	43.2	— 16	10.5	7	10	4	17
15. „	15	36	19.1	— 15	21.0	7	23	4	6
22. „	16	3	55.0	— 13	49.5	7	36	3	56
29 „	16	31	30 9	— 11	39.4	7	47	3	49

Sonnenfinsternis. Am 22. November findet eine ringförmige Sonnenfinsternis statt, deren Verlauf jedoch nur hauptsächlich in Südafrika, im Indischen Ozean, Australien und den Sundainseln zu beobachten sein wird.





Jochmann, Grundriss der Experimentalphysik und Elemente der Chemie, sowie der Astronomie und mathematischen Geographie. Herausgegeben von O. Hermes und P. Spies Mit 407 Figuren, 4 meteorologischen Tafeln und 2 Sternkarten. 14, vollständig neubearbeitete Auflage. Berlin 1900, Verlag von Winckelmann & Söhne.

Die neueste Auflage des namentlich auf höheren Schulen weit verbreiteten Buches zeichnet sich in vieler Hinsicht vorteilhaft vor den früheren Auflagen aus. Indem es gelungen ist, Herrn Dr. Spies, einen wegen seines experimentellen und pädagogischen Geschicks in Fachkreisen allseitig hochgeschätzten Physiker, zur Mitarbeiterschaft zu bewegen, hat das Buch namentlich in dem Abschnitt über Elektrizität eine durchgreifende Verbesserung erfahren, so dafs es nunmehr völlig dem augenblicklichen Stande unseres Wissens angepafst ist. Vor allem wurden die praktischen Mafseinheiten scharf präzisiert, möglichst elementar veranschaulicht und ausgiebig benutzt, so dafs an vielen Stellen quantitative Behandlung an die Stelle der blofs qualitativen Beschreibung treten konnte. Der Energiesatz zieht sich jetzt als ein roter Faden durch das ganze Buch, so wird z. B. beim Voltaschen Spannungsgesetz, bei der Induktion (Lenzsche Regel) und bei der Dynamomaschine auf denselben Bezug genommen. Durch Benutzung der Beziehung zwischen der Induktion und dem Kraftlinienverlauf wurde eine wesentlich einfachere und übersichtlichere Behandlung der Dynamomaschine möglich. Dafs neben diesen und zahlreichen anderen Abänderungen der bisherigen Darstellungsweise auch alle neueren Fortschritte gebührend berücksichtigt sind, ist selbstverständlich. Auch die früher recht stiefmütterlich behandelte elektrische Beleuchtung ist in der Neuauflage zu ihrem Recht gekommen.

In dem astronomischen Abschnitte sind die Veränderungen geringfügig und beschränken sich wesentlich auf die Ausmerzung einiger Irrtümer der früheren Auflagen. Verwirrend mufs es aber wirken, wenn im § 395 den Leoniden noch eine Umlaufszeit von 354,62 Tagen zugeschrieben wird, wie man vor der Entdeckung des Zusammenhangs zwischen Sternschnuppen und Kometen annahm. Da in dem unmittelbar auf diese falsche Angabe folgenden Satz auf die Übereinstimmung der Bahnelemente dieses Schwarms mit denjenigen eines Kometen hingewiesen wird, mufs der Schüler zu der falschen Vorstellung verleitet werden, dafs es Kometen von so kurzer Umlaufszeit gebe. — Eine Erweiterung und Umgestaltung hat auch der chemische Teil unter Beihilfe von Prof. Ohmann erfahren, insbesondere ist der allgemeine Abschnitt ausführlicher behandelt worden. Trotz der zahlreichen Änderungen und Einschaltungen ist die Paragraphierung in geschickter Weise der ehemaligen parallel erhalten worden. Wo eine Abweichung erforderlich war, ist in Klammern der betreffende Paragraph der früheren Auflage angegeben, so dafs sich die verschiedenen Auflagen während einiger Zeit werden nebeneinander gebrauchen lassen. F. Kbr.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Einfahrt in den Hafen von Malta.



Malta: La Valette vom Hafen aus.



Frühlingstage im Mittelmeer.

Von Dr. Alexander Rumpelt-Taormina.

I. Unter dem Kreuz von Malta.

Um Mitternacht stach der Dampfer in See. Allmählich verschwanden die Hafenlichter von Syrakus. Ich sah noch das Leuchtfeuer von Kap Passero aufblinken, dann ging ich zu Bett, d. h. ich legte mich in der milden Maienluft auf Deck nieder und schlief trotz der harten Planke, unter dem Kopf meinen englischen Ranzen, bis mich die Morgensonne weckte.

Im Süden lag ein zarter, grauer Streifen eben über dem Wasser. Bald unterschied man von dunkleren Felsen etwas Weifses: Kirchtürme, Festungswerke, Häuser. Das Alles wuchs, wurde lichter, schärfer, und eine Stunde später steuerten wir durch die kaum 200 m breite Einfahrt in den Hafen von Malta.

Welch seltsames Gefühl, wenn wir, aus Italien kommend, da auf einmal die englischen Rotjacken auf den turmhohen Wällen patrouillieren sehen und aus den kanonengespickten Kasematten Trompetensignale vernehmen, deren Urheber hinter den Bastionen eine schottische Mütze verrät! Wer diese Wälle und Bastionen, diese Forts, diese hunderte in den weichen Kalkfelsen eingesprengten Geschützkammern sieht, dem wird die angebliche Uneinnehmbarkeit Maltas wahrscheinlich, was die 22 Kriegsschiffe, die hier stationiert sind, nur bestärken. Bald aber überwiegt ein anderer Eindruck. Es sind weiter nach dem Lande zu die terrassenförmig sich aufbauenden grauweifsen Häuser mit den platten Dächern und den breiten Balkonfenstern, diese von grünen Holzgittern — auf arabische Art — dicht geschlossen. Dazu die im spanisch-maurischen Stil überragenden Kirchtürme. Obschon

die Minarets und die charakteristischen Kuppelbauten fehlen, glaubt man sich im Orient.

Jetzt wirft das Schiff Anker; zugleich nähert sich ein Boot vom Land her, ein Arzt erscheint, alle Passagiere müssen vor seinem prüfenden Auge vorbeispazieren. Dann erst wird die Landung gestattet.

Unter den mancherlei Gestalten, die auf den uns zunächstliegenden Schiffen sich tummelten, darunter Türken in ihrer kleidsamen Tracht und Mohren auf einer Brigg mit der Halbmondflagge, fesselten meinen Blick zuletzt ganz allein zwei Frauen von ausnehmender Schönheit, schwarzäugig mit zartestem, goldbraunem Teint. Ich erinnerte mich, dafs Malta für das alte Ogygia gehalten wird, wo der arme Odysseus, von den Küssen der verliebten Kalypso ungetröstet, sich ohne Unterlafs nach seiner Penelope sehnte. Diese Weiber machten ihrer antiken Landsmännin wirklich keine Schande! Es schienen Nonnen zu sein: beide trugen dasselbe einförmig-düstere Gewand, einen langen Umhangmantel von schwarzer Seide, bis zu den Knieen reichend und oben zu einer grofsen Kapuze gesteift, die an der linken Seite einen weiten Ausschnitt zeigte.

Aber was war das? Erwiderte die eine jetzt nicht einen meiner haftenden Blicke? Ja, jetzt stiefs sie die andere an, lachte, und die andere wendete sich um nach mir und lachte mit.

Ich fragte den Hoteldiener, der an Bord gekommen war, was das für sonderbare Nonnen seien.

„O Herr, das sind keine Nonnen.“ —

„Aber ihre Tracht?“ —

„Das ist die Faldetta, die tragen alle Weiber hier. Schon die kleinen und die allerärmsten sparen Jahre lang, bis sie die zwanzig Schillinge zusammen haben, um sich eine Faldetta zu kaufen.“ —

An Land hatte ich noch oft Gelegenheit, dieses merkwürdige, aus Spanien stammende Kleidungsstück zu sehen. Ich glaubte zu bemerken, dafs die guten Malteserinnen damit gewaltig kokettieren können, ja durch diese Faldetta geradezu dazu erzogen werden. Denn abgesehen davon, dafs sie immer etwas zu halten haben, da dieser schwarze Domino nicht fest ansitzt, sondern nur lose übergeworfen wird, und so die schlanken Arme und zierlichen Hände immer in Bewegung sind, blicken sie auch je nach Belieben einmal durch den Ausschnitt zur Linken schalkhaft und verstohlen zur Seite und verstecken sich dann wieder hinter der Kapuze, indem sie sie zuziehen Als guter Schutz gegen die Gluthitze, die hier vom wolkenlosen

Himmel niederstrahlt — die Durchschnittswärme des Januar beträgt 13°, die des August 28° Réaumur! — erweist sie sich gewifs sehr praktisch. Aber ich bin überzeugt, dafs solcher Nutzen nicht den Schaden aufwiegt, den diese Faldetta unter den heifsblütigen Maltesern schon angerichtet hat und noch anrichtet.

Nach einem kurzen Imbifs stürzte ich mich in das Getümmel der Strafsen, das mich nach der stillen, einsamen Meerfahrt nun plötzlich auf diesem kaum acht Quadratmeilen grofsen Eiland wie ein Sturm umbrauste.

Während die Bevölkerung der ganzen Insel mit 180 000 angegeben wird, zählt die Hauptstadt Maltas, La Valette, mit den Vorstädten ungefähr 100 000 Einwohner, von denen die meisten eingeborene Malteser sind. Demnächst am zahlreichsten vertreten sind die Italiener, denen, ebenso wie Korsika, aus geographischen, wie ethnographischen und politischen Gründen auch diese Insel gehören sollte. Aber die Italiener haben, ähnlich wie wir Deutschen, durch jahrhundertelange, innere Spaltung geschwächt, die guten Gelegenheiten versäumt, nicht nur Kolonieen zu gründen, sondern auch den ihnen durch die gleiche Sprache und die gleiche Abstammung von Natur zustehenden Besitz zu erwerben, ja nur zu erhalten.

Hoch auf einem langen Bergrücken erhebt sich die von La Valette, dem berühmten Grofsmeister des Malteser Ordens, gegründete und nach ihm benannte Stadt, zwischen den zwei tief ins Land eindringenden, vielbuchtigen Häfen, die durch die Felsenbatterieen des Fort Tigne und des Fort Ricasoli gegen die Meerseite geschützt sind.

Die Engländer haben ungefähr zehntausend Mann Garnison hier stehen. Man gewahrt die verschiedensten Uniformen, besonders mannigfaltig sind die Kopfbedeckungen. So sah ich eine Abteilung des 56. Infanterie-Regiments mit grofsen Klappstrohhüten aufmarschieren, während auf dem Gouvernementsplatz bei der Wachablösung die weifsen, goldverschnürten Sonnenhelme dominierten. Nur hier und da sieht man Bergschotten mit der doppelt gebänderten Mütze, mit der Tunika, in blofsen Knieen, öfter die ganz knapp gekleideten Artilleristen mit Reitgerte und dem schief aufgestülpten, an Corpsstudenten gemahnenden Cerevis. Alle sind es frische rotwangige Bengels mit trotzigen und frechen Gesichtern, die Blüte Albions, namentlich Schottlands aus der Mitte der siebziger Jahre.

Zwischen diesen Vertretern der bewaffneten Macht tummelten sich nun alle möglichen anderen Gestalten. Zunächst die Geistlichkeit. Malta hat eine aufserordentlich fromme römisch-katholische

Bevölkerung. Da sieht man braune Bettelmönche in ihren härenen Kutten, barfufs, den grauen Sack über der Schulter, Nonnen, wirkliche, ohne Faldetta, endlich in ihrer schwarzen Soutane gravitätisch einherwandelnde Priester, oft mit ausgesprochen arabischem Typus. Dann der italienische Limonadenverkäufer mit seinem blumen- und früchtegezierten Büdchen. Ebenso wenig fehlen jene halbwüchsigen Bürschchen des neapolitanischen Pflasters, die Streichhölzchenhändler und Stiefelputzer, die mit unermüdlicher Zudringlichkeit einem überall in den Weg laufen. Auch Strafsenreiniger sind die kleinen Lazzaroni: mit Schaufel und Kehrbesen huschen sie, namentlich in den Morgenstunden hierhin und dorthin und drängen sich mit echt italienischer Gewandtheit und Lebhaftigkeit zwischen Menschen und Wagen hindurch. Oft sind sie nicht gröfser als ihre winzigen Eselchen, denen sie den zusammengefegten Schutt und Schmutz aufladen.

Das englische Element repräsentieren aufser dem Militär noch die schmalhüftigen, bleichsüchtigen Ladies, denen man oft begegnet, ferner die mit ihren langen Stäben höchst würdevollen Policemen. Sie stehen an den Ecken der Strafsen in der Nähe der rotangestrichenen, mannshohen eisernen Türme, welche, oben mit einem grofsen Spalt versehen, die Briefkasten vorstellen.

Die Firmen sind gewöhnlich zweisprachig, englisch und italienisch. Das englische Maltesisch hört man wohl, liest es aber fast nirgends. Nur in dem kleinen Buchladen einer Seitengasse fand ich einige Schriften, die einen Begriff von der sonderbaren Umwandlung geben, die das Italienische auf Malta erfahren hat. Eine Cummiedia (Commedia - Komödie) war da zu verkaufen; das Meiste erinnerte an arabische Laute und Wortbildungen. In den Hauptstrafsen, so in der Strada royale sind grofse Buchhandlungen wie in andern europäischen Hauptstädten. Aber auch hier wieder der merkwürdige Doppelcharakter: „the association football handbook“ und „the people's penny Shakespeare“ stehen friedlich neben de Amicis' „Sull' Oceano“ und Mathilde Seraos „Fior di passione“.

* * *

Das waren meine Eindrücke, als ich auf den Hauptstrafsen und Plätzen von La Valette einherschlenderte. Oft wufste ich wirklich nicht, wo ich mich befand, ob in Italien oder in England oder noch wo anders. Aber da safs sie ja wirklich und leibhaftig in der Mitte des Bibliothekplatzes auf hohem Sockel, die weise Grofsmutter, Her Majesty the Queen, das Szepter im blofsem Arm, den feinen Spitzen-

schleier weit zurückgeschlagen, das kokette Krönchen auf dem Haupt. Sie ist nicht gerade geschmeichelt, aber noch immer so dargestellt wie sie in ihren besseren Jahren, etwa im Jahre 1867 ausgesehen haben mag. Die lateinische Aufschrift teilt uns mit, dafs die Malteser das Denkmal der zum Glück der Völker geborenen Königin im Jahre 1887 aus Dankbarkeit zu ihrem fünfzigjährigen Regierungsjubiläum gesetzt haben, und hebt rühmend hervor, nicht nur, dafs Kunst, Handel und Wissenschaft unter ihrer segensreichen Regierung zu hoher Blüte gelangt sind, sondern besonders auch, dafs sie die alte Religion der Malteser geschützt habe. Die Engländer, das mufs man anerkennen — als Germanen und als schlaue Politiker — sind keine Fanatiker, wie die Romanen und Semiten, und lassen jeden glauben, was er will, wenn er nur im übrigen Ordre pariert.

Auch sonst haben die Engländer manches gethan, um ihre Herrschaft durch sichtbare Zeichen den braven Maltesern immer wieder in Erinnerung zu bringen. Nächst dem nach dem Lande zu führenden „Bombenthor“, das im sechzehnten Jahrhundert aus päpstlichen Mitteln zum Schutze wider die Türken erbaut wurde, ist das gröfste und prächtigste jenes, wodurch man vom Hafen aus in die Stadt tritt, das Victoria Gate. Über dem Bogen dieses Thores ist ebenfalls eine lange Lobpreisung der Verdienste Ihrer Majestät um das Wohl der Völker zu lesen.

Auf der anderen Seite wieder haben die Eroberer, abgesehen von der religiösen Duldung, ähnlich wie die Römer mit unterworfenen Völkern verfuhren, den Maltesern ihre Gebräuche und Freiheiten gelassen, soviel sich das mit der englischen Oberherrschaft verträgt. So ist die Gerichtssprache zwar offiziell englisch, doch es wird, wenn die Parteien Malteser sind, italienisch verhandelt, ebenso wie auf der Post auch italienisch gesprochen wird. Als Münzen gelten neben dem Schilling die lateinischen Metallmünzen. Italienisches Papier nimmt natürlich niemand. Auch in der Regierung und Gesetzgebung ist den Insulanern ein ziemlich beträchtlicher Anteil eingeräumt.

Freilich giebt es viele Unzufriedene, und zu diesen gehörte mein Hoteldiener. Ich liefs mir von ihm einige der alten Paläste zeigen, worin die Ordensritter je nach den Nationen, denen sie angehörten, hausten. Paolo lächelte immer, war sehr gefällig und gutmütig, natürlich auch ein wenig verschmitzt, wie alle Kellner im Süden. Er erzählte mir, dafs er eigentlich nicht Paolo, sondern Ali heifse, Türke sei und aus Kairo stamme. Sein Vater sei Musiklehrer bei Ismail Pascha gewesen. Aber als die Engländer Alexandria bom-

bardiert hätten und es mit Ismails Herrlichkeit dort zu Ende gewesen, sei er ausgewandert und habe nun hier in der Fremde sein tägliches Brot gefunden.

„Dann lieben Sie wohl die Engländer nicht besonders?“ —

„Das können Sie sich denken. Diese Rotjacken sind ja überall verhafst.“

„Auch bei den Gebildeten?“

„Bei allen. Nur bei den Beamten nicht. 99 pCt. der Bevölkerung hafst sie.“

Ei, ei, dachte ich, wie stimmt das zu der Inschrift auf dem Denkmal vor der Bibliothek! —

* * *

Die beiden hervorragendsten Sehenswürdigkeiten der Stadt sind der Gouvernementspalast und die Kathedrale San Giovanni.

Jener, an einem weiten Platz der Hauptwache gegenüber gelegen, war einst Sitz der Grofsmeister des Johanniterordens, der nach dem Fall von Rhodos von 1522 bis 1798 auf Malta residierte; er giebt in seinem Innern, wie in einem Spiegel, die ganze neuere Geschichte der Insel wieder. Treten wir durch den Hof, den eine turmhohe Norfolk-Pinie (Araucaria excelsa) fast ganz ausfüllt, in das umfangreiche, aber herzlich nüchterne Gebäude ein, so fällt der Blick zunächst auf eine alte, schwerfällige Galakutsche, die Napoleon, als er auf Malta weilte, benutzt haben soll. Bekanntlich wurde dem Korsen auf seiner Fahrt nach Ägypten die Insel durch den Verrat französischer Ordensritter in die Hände gespielt, mufste sich aber bereits am 8. September 1800 nach zweijähriger Belagerung den Engländern ergeben, die das kostbare Kleinod einfach behielten, obgleich sie im Frieden von Amiens die Rückgabe an den Orden versprochen hatten. Ganz englisch! —

Der etwa 70 m lange Prunksaal im Obergeschofs diente zur seligen Ordensritterzeit grofsen Festlichkeiten, Banketts und Empfängen von Gesandten fremder Nationen. Jetzt ist er Raritätenmuseum. An den Wänden stehen in langer Reihe eiserne Rüstungen, jede mit dem Malteserkreuz auf der Brust. Viele zeigen Kugeleindrücke und Löcher; die älteren mögen die schwere Belagerung im Jahr 1565 miterlebt haben, wo 30000 Türken vor den Wällen von Malta ihr Leben lassen mufsten. Merkwürdige alte Mordinstrumente sind in Menge zu sehen — Waffensammler müssen hier ihre helle Freude haben —, so z. B. eine Flinte, die statt mit Pulver mit komprimierter Luft schiefst,

wie ein kleiner Kupferkessel nebst Handhabe am Schlofs ausweist. Ferner befindet sich dort eine noch in Rhodos erbeutete Türkenkanone. Das kupferne Rohr ist mit Stricken luftdicht umwickelt; die Stricke sind mit Zement verkleidet, und so folgen noch mehrere Schichten von Hanf und Zement, wahrscheinlich um das Springen des Rohres bei fortgesetztem Gebrauch zu verhindern.

Von wertvollen Dokumenten ist eine Bulle von 1113 zu erwähnen, durch die Papst Paschalis II. das Johanniterhospital in Jerusalem unter seinen Schutz stellt, sowie die Schenkungsurkunde von 1530, laut welcher Karl V. Malta dem Orden übergiebt. Die Sänfte, worin sich die Grofsmeister in die Kathedrale tragen liefsen, und das Szepter von La Valette, ein zierlich vergoldeter Ebenholzstab, rufen die Erinnerung an die einstigen Insassen dieses Palastes wach. Wehmütige Empfindungen weckt der „Ultimo", eine schlanke Heroldstrompete mit blau-goldenen Schnüren und Troddeln. Sie hat 1522 auf Rhodos zum Rückzug geblasen.

Nun schreitet man durch einen langen Gang, von dessen Wänden verschiedene Fürsten und andere grofse Herren aus vergangenen Zeitaltern den Sohn des endenden neunzehnten Jahrhunderts begrüfsen. Ein einziger Deutscher präsentiert sich unter ihnen, ein Reichsfreiherr (liber baro) von Schauenburg und Herlesheim (1752). In seinem langen, rotseidenen, goldgestickten Bratenrock, Wadenstrümpfen und Schnallenschuhen blickt er mit ungeheurem Selbstbewufstsein den Beschauer an und hält in der ausgestreckten Hand den langen Kommandostab, als wolle er einen jeden, der ihm zu nahe kommt, damit niederschlagen. Das hochrote Gesicht, von der wallenden Allongeperücke umrahmt, erinnert an einen kollernden Puter. Sehr wenig vorteilhaft nahm sich dieser brutale Sprofs des rheinischen Dynastengeschlechtes zwischen den zierlich-eleganten Gestalten der französischen Grofsmeister und den feingeschnittenen, durchgeistigten Zügen der Spanier aus.

Der Sitzungssaal, wohin der Gang führt, ist noch mit alten, bemerkenswerten Gobelins geschmückt, ein Geschenk Ludwigs XIV. an den derzeitigen Grofsmeister Perillos. Sie stellen die vier (damals bekannten) Erdteile dar. Farbige Menschen und seltsames Getier, Nilpferde, Gürteltiere, Straufse, Lamas tummeln sich da. Lebhafte Farben und prächtige Realistik zeichnen die Bilder aus. Der ganze Zauber der Tropen umfängt uns. Hier werden schnaubende edle Rosse von Schwarzen geführt, dort schiefsen Indianer unter Palmen mit Pfeil und Bogen nach Kolibris. Auf einem dritten erhebt

ein lebensgrofser Elefant, der aus einem Dickicht bricht, den Rüssel nach einem Früchte tragenden Mohren, der ihn nicht gewahr wird. Ein kleiner Negerknabe ist seiner aber schon ansichtig geworden und blickt den anderen mit entsetzten Mienen an. Mehrere Flamingos fliegen erschreckt vor dem Ungetüm auf.

In diesem Saal hielten die alten Ritter ihre Beratungen, und heute hält die englische Regierung hier ihre Sitzungen ab. Erhöht steht der alte Thronsessel der Grofsmeister noch auf seinem alten Platz. Aber ihr Wappen und ebenso das französische Wappen, das unter Napoleon an Stelle des alten eingestickt wurde, sind verschwunden. Er ist neu überzogen, so wie das ganze Ländchen einen neuen Überzug bekommen hat, und auf der Rücklehne prangt jetzt das englische Wappen mit dem „Honny soit qui mal y pense." Ihrer Majestät Gouverneur en chef leitet hier die gesetzgebende Versammlung, auf demselben Stuhl, wo einst die Grofsmeister und dann Napoleon gesessen. Ihm zur Linken haben die offiziellen Delegierten (die zehn höchsten Beamten der Insel), zur Rechten die zehn vom Volk erwählten ihren Platz. Im Hintergrund, jenseits der Tische der Journalisten und Stenographen, sind die Bänke für das Publikum. Jeden Mittwoch im Winter tritt das hohe Haus zusammen; im Sommer sind Ferien. Merkwürdig kontrastieren die Gobelins an den Wänden und die über ihnen befindlichen Bilder von Seeschlachten aus den Malteser Kriegen mit den tintenbeklecksten Pulten und dem elektrischen Reflektor an der Decke.

* * *

Die Kathedrale, in einer Seitenstrafse der Strada royale, von 1576 ist in Form eines griechischen Kreuzes gebaut, Spätrenaissance mit auffallend grofsem Tonnengewölbe über dem Mittelschiff. Hier haben die einzelnen Nationen, wie sie in der Stadt verteilt ihre Paläste hatten, wieder jede für sich ihre Kapelle. Viele Grabmäler sind da von Grofsmeistern, sehr prunkvoll, in Marmor und Erz.

Aber ohne nur im geringsten gerührt zu werden, geht man an diesem lebhaft an Bernini erinnernden ungeheuren Aufwand von Geld, Zeit und — Unvermögen vorüber. Die einzige Ausnahme macht das Grabmahl Nicolas Cotoners († 1680); der Kopf zeigt eine glückliche Charakteristik. Der Sarkophag wird von zwei knieenden Figuren getragen, die auf die Kriegsthaten des Verstorbenen schliefsen lassen, einem prächtigen Neger mit wulstigen Lippen und einem sehr mifsvergnügt dreinschauenden Sarazenen, jener aus schwarzem, dieser aus gelbem Marmor. In der letzten Kapelle rechts

sind mehrere Bündel alter riesiger Schlüssel aufgehängt: sie schlossen einst die Thore türkischer Städte, die der Orden eroberte.

Tapfere Kämpen waren sie, diese alten Ritter! Zu einer Zeit, wo die ganze Christenheit vor dem Halbmond zitterte — und diese Zeit währte fast zwei Jahrhunderte! —, haben sie ihr kleines Eiland das letzte Bollwerk des Christentums gen Süden und Osten, gegen den übermächtigen Feind verteidigt.

Die Wände der Kapelle sind in gedämpftem Blau oder Rot gehalten und reihenweise mit immer den gleichen Sinnbildern aus ver-



Die Kathedrale San Giovanni in Malta.

goldetem Stuck geschmückt: Kronen, Maltheserkreuzen oder bourbonischen Lilien (in der französischen Kapelle). Merkwürdig, die Provençalen treten hier als Nation auf und haben ihre Kapelle, hingegen die Deutschen — keine! Wir waren ja damals keine Nation. Auch unter den Namen der Grabsteine, die den Boden der Kirche in seiner ganzen Ausdehnung bedecken, begrüfste ich nur einen einzigen Deutschen, und zwar hier zum zweiten Male — den gestrengen Herrn von Schauenburg! Aber vielleicht ist der Grund dieser offenbaren Vernachlässigung auch wo anders zu suchen. Die Deutschen, in deren Heimat die kirchliche Revolution so günstigen Boden gefunden hatte, waren diesen ebenso frommen, wie tapferen und mit der römischen Kurie vielfach eng liierten Herren von romanischem Geblüt jedenfalls

bis in die tiefste Seele verhasst. Und so — blieb man lieber unter sich! —

Die Wände der Sakristei sind mit Gemälden von Grofsmeistern bedeckt, lauter würdige, ernste Herren im hermelinverbrämten, schwarzen Talar, das bekannte Kreuz in Grofsformat auf der Brust, Purpurmantel und Fürstenkrone neben sich, einige im spanischen Kostüm des 16., andere in der üppigen à-la-mode-Tracht des 18. Jahrhunderts.

Nicht ohne Wehmut führt uns der Küster in diesem Pantheon des so ruhmreichen und doch so ruhmlos untergegangenen Ritterordens herum. An einer Kapelle zeigt er uns ein bronzenes Gitter: „Das Gitter dieser Kapelle war einst aus purem Golde. Das hat Napoleon mitgenommen, eingeschmolzen und seinen Garden den Sold davon bezahlt!" Dann weist er uns den Sessel, der am Hochaltar dem Sitze des Erzbischofs gegenübersteht. Wieder das englische Wappen auf der Rücklehne! Welch sonderbare Art, sich geltend zu machen! Aber höchst wirkungsvoll! Wenn die Malteser bei ihren häufigen Kirchgängen den Sessel unter dem grofsen Thronhimmel sehen, der für die Königin bestimmt ist, falls diese einmal nach Malta kommen sollte, wenn sie den Löwen mit den erhobenen Tatzen und das anspringende Einhorn betrachten, werden sie immer wieder daran erinnert, dafs sie Engländer sind. Und der gute Erzbischof, wenn er, dem Thronhimmel von Her Majesty gegenüber, der Messe beiwohnt, hat gewifs schon manchmal über die schönen Sprüche da drüben nachgedacht: „Honny soit" und „Dieu et mon droit!"

Trotz der teilweisen Überladung, namentlich in den Kapellen, macht das Innere des Domes einen imponierenden Gesamteindruck. Das kommt daher, dafs die Verhältnisse edel gedacht sind und zwei harmonische Farben in den einzelnen Abteilungen vorherrschen, Mattgold (die Arabesken) auf blau oder rot an den Wänden des Mittelschiffes, im übrigen graublau und gold. Namentlich tönen sich die Fresken des grofsen Tonnengewölbes mit ihren gedämpften Farben vorzüglich von den breiten, hellgoldenen Bändern ab, welche die Pfeiler rechts und links verbinden. Kurz, wenn man nicht das Einzelne, sondern das Ganze ins Auge fafst, ist der Dom ein Juwel, eine der bedeutendsten Kirchen des Südens.

* * *

Sonst sind als merkwürdige Bauten noch hervorzuheben das Bibliothekgebäude mit seinem wertvollen Bestande von 40000 Bänden und kleinem Altertumsmuseum, das sehr umfangreiche, prachtvolle

Theater, worin — nur im Winter — englisch gespielt wird und italienische Opern gegeben werden. Ferner die verschiedenen Auberges (Herbergen), Rokokopaläste der Ritter, von denen der portugiesisch-spanische, der stattlichste, ebenso wie der ehemalige französiche jetzt als Offizierkasinos dienen. Endlich in der Vorstadt Città Gloriosa, jenseits des Haupthafens, das mit seinen weitläufigen Säulenhallen wie eine riesige altgriechische Tempelanlage anmutende Militärkrankenhaus, wo die Maroden, auch aus Indien und Ägypten, Unterkunft finden, namentlich solche, die Luftveränderung brauchen. Dort ist im Falle eines Krieges Platz für viele tausend Opfer.

Wie eine Ehrenhalle englischen Seeruhms kommt einem die Umgebung der Stadt vor, wenn man die zahlreichen Denkmäler betrachtet, die hier so manchem verdienten Marineoffizier gesetzt sind. Das bedeutendste ist ein etwa 10 m hoher Obelisk, 1830 für den in Alexandrien verstorbenen und hier bestatteten Korvettenkapitän Cavendish Spencer, am Ende des südlichen Hafens errichtet. Dann auf den Bastionen beim kleinen botanischen Garten ein Denkstein neben dem anderen für gefallene oder auch von Krankheiten hingeraffte Soldaten, teils von ihren Kameraden, teils von ihrer Familie, teils von der Regierung gesetzt. Diese Ruhmesdenkmäler rufen einem die gewaltige strategische Bedeutung der Insel vielleicht am meisten immer wieder ins Gedächtnis. Wer weifs, ob sich hier vor Malta nicht noch einmal eine grofse Wendung im Geschick der führenden Nationen vollziehen wird?

„Audiatur et altera pars“: es war mir doch interessant, über die Stimmung der einheimischen Bevölkerung gegen die Usurpatoren Studien zu machen, und so wendete ich mich im Vertrauen an einen alten Herrn, der bei der Tafel präsidierte, wie es schien ein Verwandter des Wirtes, und befragte ihn über die Aussagen Alis, die ich tags zuvor vernommen.

„Dieser Paolo“, rief er aus, „ist ein ganz infamer Lügner. Der Kerl hat's zu nichts gebracht infolge seiner Faulheit, deshalb schimpft er. Malta kann sich gratulieren, dafs die Engländer es weggenommen haben. Das ist jetzt bald ein Jahrhundert her, und man hat sich recht wohl an dieses Regiment gewöhnt. Übrigens ist es sehr mild. Man hat dem Klerus seine reichen Schätze gelassen. Sehen Sie sich die Kirchen hier an. Jedes kleine Nest von kaum sechstausend Einwohnern hat seinen stolzen Dom oder gar mehrere. Was hat Italien gethan? Alle Klöster haben sie den Pfaffen weggenommen und Kasernen daraus gemacht. Von den Renten, die früher

die Kirche einheimste, bezahlen sie ihre Soldaten. England hat den Maltesern alles gelassen, jetzt bauen sogar die Jesuiten eine grofse Kirche. Dann aber das Geld, das schöne Geld, das durch England zu uns kommt." —

„Erlauben Sie," unterbrach ich ihn, „die Hauptquelle des hiesigen Reichtums ist doch wohl der Handel mit dem Orient." —

„Keine Spur! Die Engländer bringen das Geld ins Land. Vierundzwanzig Millionen Franken lassen sie jedes Jahr hier sitzen. Immerzu wird gebaut, neue Forts, neue Kasernen, neue Strafsen, und was glauben Sie wohl, was eine Flotte von zweiundzwanzig Schiffen für Kapital in Bewegung setzt, was allein die zehntausend Mann Garnison verzehren, von denen jeder einen Schilling Sold den Tag bekommt aufser der vollständigen Verpflegung! Seien Sie versichert, 99 pCt. sind nicht die Mifsvergnügten, sondern die, welche mit den gegenwärtigen Verhältnissen vollkommen zufrieden sind und nichts anderes wünschen, als dafs die Engländer bis ans jüngste Gericht auf Malta bleiben." . . . . .

Der alte Herr war, wie ich erfuhr, lange Zeit Pächter oder Besitzer eines grofsen Hotels gewesen, wo die reichen Engländer absteigen, insbesondere die schwindsüchtigen Ladies gleich für den ganzen Winter Aufenthalt nehmen und täglich ein halbes Pfund Sterling Pension zahlen. Infolgedessen hatte er eine andere Weltanschauung als der arme Ali.

* * *

Morgens und abends weht ein köstlich frischer Seewind. Er hat aber auch seinen Nachteil. Er wühlt nämlich den überall lagernden, feinen Kalkstaub unablässig auf. Augenkrankheiten sind infolgedessen ziemlich häufig, und die Kutscher machen gute Geschäfte. Denn wer nur irgend fahren kann, thut es, und von dem sehr hohen Tarif — ein Schilling für die Fahrt — kann man hier nicht wie in Italien die Hälfte herunterhandeln.

Auch eine kleine Eisenbahn giebt es, sie verbindet La Valette mit der alten Hauptstadt Città Vecchia. Am letzten Morgen, der mir auf Malta vergönnt war, noch ehe die Ziegenherden, die die Häuser mit Milch versorgen, in die Stadt getrieben wurden, war ich auf dem Wege nach dem Bahnhofe, der unweit einer grofsen Zugbrücke auf dem Niveau des tiefen Wallgrabens in einem Felsentunnel liegt.

Unter den Befestigungen fährt man ein Stück durch Tunnel, dann eröffnet sich die wahrhaft orientalische Landschaft. Palmen, Kakteen in Fülle, malerische Kapellen aus blendend weifsem Sand-

stein lauschen zwischen uralten Cypressen hervor, in der Ferne grüfsen Doppeltürme in reinem arabischen oder spanisch-maurischen Stil, doch schon, dafs sie gepaart sind, weist auf eine Kirche, nicht auf eine Moschee hin. Auch der protestantische Friedhof, den man passiert, zeigt eine prachtvolle südliche Vegetation. Aber nur zu bald verschwinden die Villen und Schlösser und üppigen Parkanlagen reicher Malteser, und wir kommen in die Campagna, die einen recht traurigen Anblick bietet und nicht ahnen läfst, welch reiche Ernten sie gewährt. Der Boden besteht nämlich durchweg aus verwitterter Kalkerde; kein Wald und fast kein Quellwasser auf der ganzen Insel! Dadurch, dafs man guten Boden aus Sizilien herüberschaffte und mit dem Kalk vermengte, dafs man durch Anlage von Cisternen, Kanälen und Pumpwerken eine umfassende Berieselung ermöglichte, ist nun eine Ackerkrume entstanden, die eine erstaunliche Fruchtbarkeit aufweist. Der Boden giebt jährlich zwei Ernten, Getreide trägt vierzig- bis sechzigfältig. Aufserdem gedeihen Baumwolle, Zuckerrohr, Südfrüchte aller Art und Gewürzkräuter. Berühmt sind die Feigen und Rosen von Malta. Alle Felder sind mit hohen Mauern eingefafst und bauen sich terrassenförmig über einander auf. Daher der Eindruck der Vegetationslosigkeit.

In der Station Sant' Antonio stieg ich aus, um die Frühlingsresidenz des Gouverneurs zu besichtigen. Der Gouverneur, der in Wahrheit ein kleiner König ist, hat drei Paläste zur Verfügung. Im Winter wohnt er in der Stadt in dem schon erwähnten Gouvernementsgebäude, im Frühling in Sant' Antonio, im Sommer aber, wenn es gar zu heifs wird, zieht er noch 50 m höher nach dem „Boschetto", in die Nähe der Südküste. Dann ist er 180 m hoch, und noch höher in Malta zu hausen vermag selbst der Gouverneur nicht.

Ich ging an dem sehr einfachen Palais vorüber, auf dessen Dache die britische Fahne wehte, und sogleich in den Garten. Eine ordentliche Herzerquickung für den Pflanzenfreund! Eben blühte die Brugnantia candida (Peru), ein strauchähnlicher Baum mit lang herabhängenden, weifsen Lilienkelchen und die mimosenhaft-empfindliche Acacia farnesiana mit ihren niedlichen, gelben Kugelblüten. Oleanderbüsche, Araukarien, Mispeln, Citronengärten, dazwischen kleine Wasserbecken mit Aronstab und den hohen Quirlstauden des Papyrus. Nur einen einzigen Spaziergänger traf ich. Sehr bezeichnend! Malta hat keine Zeit zum Spazierengehen, Malta arbeitet.

Im Garten wurden an eisernen Gestellen tausende von bunten Gläsern befestigt. Ich fragte den Aufseher, wozu.

„Nächsten Montag", antwortete der Mann zuvorkommend wie alle Malteser, im reinsten Italienisch, „ist der Geburtstag unserer **Königin**, dann ist hier ein grofses Fest. Da giebt's Militärmusik und Feuerwerk!" —

„Ist dann der Garten dem Publikum geöffnet?"

„Das nicht. Es ergehen dazu besondere Einladungen an hervorragende Persönlichkeiten der Insel."

Also eine Art kleinen Hoffestes, das der Gouverneur von Malta seinen Unterthanen giebt!

Im übrigen ist der Garten dem Publikum zugänglich. Das Royal Malta Regiment spielt hier, wie ein Anschlag mich belehrte, jeden Sonntag Nachmittag „for the recreation of the public".

Auf der weiteren Fahrt passierten wir das grofse Waisenhaus, die Stiftung eines reichen Maltesers. 150 Waisen werden darin unentgeltlich bis zum 14. Jahre verpflegt. Nicht lange darauf kam ein ebenso einförmiges, noch gröfseres Gebäude in Sicht. Ich fragte den Schaffner: es war eine Irrenanstalt.

„Was? Ein besonderes Narrenhaus hier auf dieser Insel?"

„Was denken Sie, mein Herr, da sind über 500 Verrückte drin!"

„Nicht möglich. Woher kommt denn diese grofse Zahl?"

„Ach, Herr", sagte er mitleidig, mit einem Seitenblick auf mein vis-à-vis, „das feurige Blut und die entsetzliche Hitze!"

Eine wunderbar schöne, kleine Schwarzäugige, natürlich in der verführerischen Faldetta, safs mir gegenüber. Zugleich mufste ich mir, obgleich ich lange Zeit schon im Wagen ausruhte, zum ich weifs nicht wie vielten Male die schweifstropfende Stirn wischen. Ich begriff den guten Malteser! —

Drei Kilometer von Sant' Antonio liegt auf einem breiten Hügel die mit Gräben, Wällen und Zugbrücken ganz im alten Stile befestigte Città Vecchia. Doch tritt der militärische Charakter vor dem geistlichen zurück, der sich in einem stattlichen Bischofspalast, einem riesigen Priesterseminar und hohen, prächtigen Kirchen offenbart.

Man erinnert sich aus der Apostelgeschichte, dafs **Paulus**, als er an der Insel Melite (Malta) Schiffbruch litt, eine Schlange, die ihm beim Feuermachen an die Hand kroch, wegschleuderte, ohne dafs er von ihrem Bifs gestorben wäre. Città Vecchia, als alte Hauptstadt der Insel, nimmt die Ehre für sich in Anspruch, der Aufenthaltsort des Apostels gewesen zu sein. Der Küster der Hauptkirche führte mich in die Grotte, wo er gehaust haben soll. Dazu erzählte er mir eine Menge Legenden, auch von **Lukas**, der hier fleifsig gemalt, von

Publius, dem römischen Gouverneur, der die beiden Apostel gar gut aufgenommen habe, später selbst Christ geworden und der erste Bischof von Malta gewesen sei.

„Die Grotte war früher nicht so grofs“, belehrte er mich, „aber die Leute haben so viel Gestein herausgeschlagen, weil das gut ist gegen giftiges Getier, Herr, Schlangen, Molche und Skorpionen.“

„Giebt es denn hier viele solcher Bestien?“

„Hier auf der Insel? Kein einziges giftiges Tier, Herr. Die sind alle verschwunden, seitdem der Apostel hierher kam und ihn die Schlange stach, ohne ihn zu töten.“

„Da sind sie wohl ins Meer gefahren oder gestorben?“

„Keines von beiden, Herr. Sie haben ihr Gift verloren.“

Das alles erzählte mir der Küster mit ebenso frommer und andächtiger Miene, als ich ihm zuhörte. Alle Fremden nähmen nach ihren Ländern einen Stein aus dieser Höhle mit. Er ergriff einen bereit liegenden Hammer, hieb von der hinteren Wand ein gutes Stück ab und gab es mir: „Hier, Herr, das tragen Sie, dann sind Sie sicher gegen alle giftigen Tiere.“

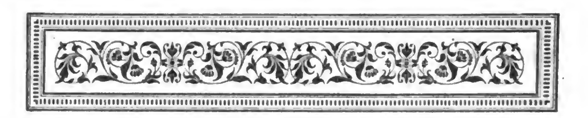
„Genügt das blofse Tragen?“

„Nein, Herr, natürlich müssen Sie noch Ihre Devotion machen.“

Um dem Biedermann den Glauben an die Menschheit nicht zu rauben, steckte ich den Stein, ein Stück thonigen Kalkes, in die Tasche.

Von der Höhle führt ein versteckter Gang ans Tageslicht zu einem grofsen, modernen Denkmal: „S. Paulus predigend“, eine gute Arbeit mit viel Schwung und Feuer gebildet. Der Apostel steht erhöht. Um ihn breitet sich ein weites Rondell, mit acht Cypressen bestanden. Hier soll der heilige Mann, wenn er seine Höhle verliefs, dem Volk die neue Heilslehre verkündet haben.

Von der Kirchenterrasse aus erblickt man einen grofsen Teil der Insel. Man sieht zwischen den anscheinend dürren und doch so fruchtbaren Feldern und Gärten eine ganze Reihe wohlbevölkerter Städte mit lauter platten Dächern und turmhoch emporragenden Domen. In der Nähe fallen kolossale Exerzierhallen und Kasernenbauten ins Auge, die einen vollen Quadratkilometer einnehmen, sonst ringsherum, sobald der Blick die kurze Inselfläche durchmessen hat, nur Himmel und Wasser. Zuweilen, an besonders klaren Wintertagen, soll man im Norden, fern im Äther etwas Weifses, Schneeiges schimmern sehen. Es ist der 3300 m hohe Ätna.



Die mechanischen Naturkräfte und deren Verwertung.

Von F. **Reuleaux** in Berlin.

(Schlufs.)

Die Heifsluft.

Während so die Dampfmaschine ihre merkwürdige Fortentwicklung erfuhr, die sie eine Zeit lang als die fast allein herrschende Kraftmaschine erscheinen liefs, nahm mit dem Beginn des letzten Halbjahrhunderts die Schärfe der theoretischen Beobachtung der Heizungsfrage zu, und es zeigte sich, dafs die Nutzleistung der zur Dampferzeugung aufgewandten Wärme nicht grofs, ja dafs sie eigentlich recht gering ist, nämlich etwa nur $^1/_9$ bis $^1/_8$ des theoretisch im Brennstoff vorhandenen Arbeitsvermögens nutzbar macht. Ein neuer Gedanke nahm daher immer klarer werdende Formen an. Ganz dieselben entflammten Brennstoffteilchen, so sagte man sich, die die Wassermoleküle veranlassen, sich zu trennen und dann gegenseitig abzustofsen, wirkten doch auch abstofsend untereinander infolge der Erhitzung. Könnte denn nicht, so schlofs man weiter, die Naturkraft Wärme ganz unmittelbarer zur Verdrängung des Kolbens gebraucht werden? Immer deutlicher ward die Einsicht, dafs man in der Dampfmaschine, zu der man bis dahin nur mit fast kniefälliger Bewunderung aufgeschaut hatte, etwas Mittelbares that, nämlich dafs man zwischen die Dehnkraft der verflammenden Brennstoffgase einerseits und den Kolben andererseits das Wasser als Vermittler eingeschoben hatte, dafs also die Dampfmaschine eigentlich eine Wärmemaschine sei und eine der vielen möglichen Formen derselben vorstelle, dafs also noch andere Formen derselben brauchbar sein könnten.

Das kam in verschiedenen Versuchen zum Ausdruck. Zuerst in der Heifsluftmaschine, die von dem scharfsinnigen Erikson ausging. Bei ihr war statt des Wassers Luft als Vermittler zwischen Verbrennung und Kolben eingeschoben. Das versprach viel, da man doch die Luft nicht erst aus einer tropfbaren Flüssigkeit mit Kraftaufwand zu entwickeln brauchte. Ein Jahrzehnt ungefähr wurde der

Gedanke lebhaft verfolgt; man lernte aufserordentlich viel bei der theoretischen Behandlung der Aufgabe, erlahmte aber dann doch, da eine andere Form der Wärmemaschine den Wettstreit aufnahm.[11])

Das Leuchtgas.

Es war die Gaskraftmaschine, die in den 60er Jahren aus vorhandenen schwachen Anfängen neu herausgebildet wurde. Bei ihr war alle Vermittlung verworfen; man verfuhr und verfährt noch so, dafs man den Brennstoff innerhalb des Kolbenrohres verbrennt und durch



Fig. 17. **Ottoscher Gasmotor.**

dessen bedeutende Dehnkraft den Kolben treiben läfst. Mit anderen Worten man läfst die Abstofsung, die die Naturkraft Wärme in so bedeutendem Mafse hervorzurufen vermag, ohne Zwischenmittel ihre treibende Wirkung ausüben. Die Schwierigkeiten, dies gelingen zu

[11]) Die Heifsluft darf man nicht verwechseln mit der jetzt immer mehr in Benutzung genommenen Prefsluft. Dieser wird eine sehr hohe Spannung — bis 200 Atmosphären — durch Luftpresser, die von Dampfmaschinen getrieben werden, erteilt und sie darauf in stählernen Röhren in Haltung genommen. Aus diesen wird sie mit ermäfsigter Spannung in Strafsenbahnwagen oder in ein Röhrennetz entsandt, um in Kolbenmaschinen treibend an geeigneten Stellen zu wirken. Die Prefsluft ist somit kein von der Natur gelieferter Kraftgeber, sondern nur ein Übertrager des von der Dampfmaschine in die Haltung gelieferten Arbeitsvermögens.

machen, waren anfänglich wegen zahlreicher Nebenumstände sehr grofs. Es gehörte jugendliche Kraft und Jugendmut dazu, vor ihnen nicht zurückzuschrecken; sie wurden aber überwunden in der Gaskraftmaschine von Eugen Langen, diesem so vielseitig schöpferischen rheinischen Industriellen, dessen Hinscheiden wir vor wenig Jahren zu beklagen hatten. Die Langensche Gaskraftmaschine schlug auf der 67er Weltausstellung die vorgängigen Lösungsversuche der Franzosen vollständig aus dem Felde. Die Maschine hat sich inzwischen aufserordentlich bewährt und vervollkommnet. Sie ist in das kleine Handwerk als Helferin eingedrungen, besetzt aber auch in der gröfseren Industrie einen Gebietsteil nach dem andern. Fig. 17



Fig. 18. **Säulenloser Gasbehälter.**

stellt eine 3pferdige Gaskraftmaschine dar, gebaut in der von Langen gegründeten Gasmotorenfabrik Deutz in der besonderen von Otto ausgebildeten Bauart.

Welch' eine Erleichterung gewährte auch der Gasmotor für den Kleinbetrieb gegenüber der Dampfmaschine! Das Betriebsgas entnahm er der vorhandenen Leuchtgasleitung; der Dampfkessel mit seiner Krachgefahr und seinen Genehmigungsmühen, seinem hohen Kamin und seinem Rauch fiel weg. Man darf indessen nicht übersehen: die Haltung, die bei der Dampfmaschine der Kessel bildet, ist bei der Gasleitung auch vorhanden, und zwar in der Form des Gasometers oder Gasbehälters, deren Fig. 18 einen recht grofsen von der sog. säulenlosen Bauart (von Madd & Mason in Manchester) vor Augen führt. Also Bereitung, Haltung und Leitung des Leuchtgases standen schon

in jeder gröfseren Stadt bereit, als die Gaskraftmaschine antrat; das war es, was ihr so rasch Boden gewinnen half und sie zu einer „Kraftmaschine des Volkes" werden liefs. Sie ist jetzt, obwohl nur ein Menschenalter alt, über alle Länder abendländischer Kultur verbreitet.

Andere Gase.

Die Gaskraftmaschine richtete bald die Aufmerksamkeit auf den Umstand, dafs auch die Gasbeleuchtung eine Verwertung mechanischer Naturkraft ist, wobei die Messungen ergaben, dafs die Kraftanwendung

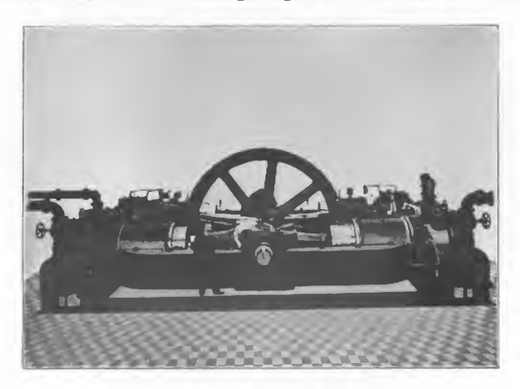


Fig. 19. **600 pferdige Deutzer Gaskraftmaschine.**

für Licht beim Gas wie bei anderen Stoffen mit aufserordentlich grofsen Verlusten verbunden ist, Verluste vor allem an Wärme. Aufgabe des kommenden Jahrhunderts wird es sein, das künstliche Licht weniger verlustreich zu erzeugen. Für den Gasmotor aber ging man, namentlich für gröfsere Kräfte, daran, ein noch wärmereicheres Gas, als das Leuchtgas ist, herzustellen. Das gelang mit dem Generatorgas, auch Wassergas genannt, das seinen Namen seiner Herstellungsweise verdankt, bei der nämlich Wasserdampf in weifsglühenden Kohlenschichten zersetzt wird. Mit diesem Gas betreibt man jetzt grofse, sehr kräftige Gasmaschinen. Hinzu kam, dafs man — es geschah zuerst in Schottland — aufmerksam darauf wurde, dafs die Hochofengase sich sehr gut auch zu Kraftzwecken eigneten. So sind wir denn

jetzt mitten darin, mächtige Gaskraftmaschinen zu erbauen, die entweder mit Generatorgas oder mit Hochofengas gespeist werden. Fig. 19 stellt einen 600pferdigen Gasmotor, erbaut in der Deutzer Gasmotoren-

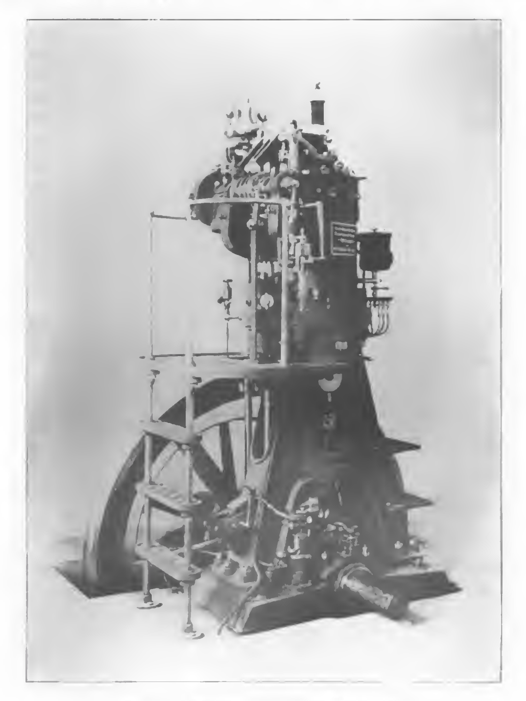


Fig. 20. **25pferdiger Dieselscher Wärmemotor.**

fabrik, dar; er hat vier Betriebscylinder. Jüngst wurde in derselben Langen'schen Anstalt dem deutschen Ingenieurverein ein ebenfalls viercylindriger, aber 1000pferdiger Gasmotor, bestimmt für Betrieb durch Hochofengas, in der Werkstatt zwar noch betrieben durch

Generatorgas, in Thätigkeit vorgeführt. Bestellt war er für eine Hütte des Hörder Vereins. So sieht man denn, dafs der Dampfmaschine in der Innenbrandmaschine, wie man jetzt die ganze Gattung benennt, ein mächtiger Mitbewerber erwachsen ist.

Diese Innenbrandmaschine hat sich aber auch mit anderen Gasarten noch sehr glücklich weiter entwickelt, namentlich mit den leichtflüchtigen Bestandteilen des Erdöls oder Petroleums, als da sind Benzin, Ligroin, Gasolin, Petroleumäther u. s. w. Diese brennbaren Dämpfe finden jetzt Verwendung, man kann sagen, in einer Unzahl von kleineren Kraftmaschinen, namentlich für Kraftwagen- oder Automobilen-Betrieb. Auch das Erdöl selbst wird angewandt für kleine bis mittelgrofse Maschinen unter selbstthätig vor sich gehender Verdampfung der für jeden Hub zu verbrauchenden kleinen Mengen, manchmal nur weniger Tropfen. In der Anzündungsfrage, die beim älteren Gasmotor eine Reihe von Lösungen durchgemacht hat, ist von dem Ingenieur Diesel ein neuer Weg eingeschlagen worden, nämlich, das zu entzündende Gemenge von Luft und Gas oder Erdöldampf durch den Betriebskolben so stark zusammenzupressen, dafs es sich entzündet. Das alte belustigende „pneumatische Feuerzeug" ist damit aus seinem Vergessenheitsschlaf wieder technisch aufgeweckt worden. Fig. 20 stellt einen 25pferdigen Dieselschen „Wärmemotor" dar, erbaut in der Augsburger Abteilung der beiden vereinigten Augsburger und Nürnberger Maschinenbaugesellschaften. Das technische Publikum sieht den verheifsenen Erfolgen der Maschine schon längere Zeit entgegen, ja beginnt, ungeduldig zu werden.

Der elektrische Strom.

Wir kommen jetzt zur Elektrizität, die seit einigen Jahren eine so bedeutende Rolle in der Technik übernommen hat. Viele der Leser werden wohl annehmen, dafs wir hier der Natur eine neue, sehr dienstbare Kraft abspenstig gemacht hätten. Das ist aber nicht der Fall. Die natürlichen elektrischen Kräfte haben wir noch keineswegs in Dienst genommen. Einstweilen leiden wir vielmehr noch oftmals unter ihren stürmischen Wirkungen, die sie im Gewitter offenbaren, und haben von ihren schwachen Strömen, die die Erde stetig umkreisen, nur so viel in Benutzung genommen, als ihre willkommenen Wirkungen auf die Magnetnadel unsere Fahrten auf dem Weltmeer sichern. Diejenigen elektrischen Ströme aber, die wir so vielfach verwenden, sind entweder nur ein für physikalische Zwecke bestimmtes Erzeugnis, oder sie sind Übertrager anderer Kräfte.

Ein industrielles Erzeugnis ist der elektrische Strom, den wir zur Beleuchtung, aber auch zur Erwärmung, zur Heizung, zur Erglühung verwerten, auch zur Metallgewinnung und Niederschlagung aus Lösungen, also mit einem Wort derjenige Strom, der physikalisch-technisch benutzt wird. Ein Übertrager von Kraft dagegen, ebenso wie die oben besprochene Prefsluft und das Prefswasser, ist der Strom, mittelst dessen wir Arbeitsmaschinen aller Art umtreiben, oder durch den wir die mechanische Arbeit von Wassergefällen meilenweit durch das Land leiten. Wir sahen oben im Bild die riesigen Dampfmaschinen der Berliner Elektrizitätswerke, die den Strom erzeugen; mächtige Turbinen erzeugen ihn am Niagarafall oder an den herrlichen Wasserfällen bei Tivoli vor Rom; mit Gaskraftmaschinen erzeugt man ebenfalls Strom. Jedesmal ist es aber eine andere, von uns geleitete Naturkraft, nicht etwa die Natur selbst, die uns die Ströme liefert. Humorvoll wurde dies in einem witzsprühenden Festspiel ausgedrückt, das vor einigen Jahren in unserem Verein für Gewerbfleifs zur Aufführung kam. Da sagt einer der versammelten Genien der mechanischen Naturkräfte zur Elektrik, als diese auch mitthun will:

„Sei du nur still, du bist ja nur 'ne Transmission!"

Ja, sie ist nur Übertragerin in den erwähnten Fällen, aber von welcher Wichtigkeit und welcher umfassenden Bedeutung! Gegen diese kommt diejenige der anderen Übertrager, obschon dieselben ihren Wert behalten, nicht auf, wegen der Gröfse der übertragbaren Kräfte und wegen der Leichtigkeit, sie auf grofse Entfernungen zu leiten; die elektrische Kraftübertragung eignet sich, um es in ein Wort zu fassen, zum „Grofsfernbetrieb" und hat dadurch eine ganz hervorragende Stellung in der Kräftewirtschaft der Welt erlangt, wohl kaum weniger hervorragend, als wenn der elektrische Strom der Natur unmittelbar entnommen würde. Erzeugt wird der elektrische Strom in der sog. Dynamomaschine, kurz auch Dynamo genannt, worin Elektromagnete und deren sogen. Anker gegeneinander in Drehung versetzt werden. Ferraris in Italien und Werner von Siemens in Deutschland haben die Grundformen dieser Maschinengattung angegeben. In ihnen wirken wiederum Anziehung und Abstofsung, ohne dafs die stromleitenden Paarhälften einander berühren, und lassen vermöge des Umtriebes durch die bewegungserteilende Kraftmaschine einen elektrischen Strom entstehen, der durch Drahtleitungen beliebig weit fortgeführt werden kann. Eine Umkehrung der Dynamomaschine ist der sog. Elektromotor, in welchem der vom Dynamo gelieferte Strom die Elektromagnete oder deren Anker umtreibt.

Vergleich verschiedener Kraftmaschinen.

Es wird einen wohl nützlichen Überblick gewähren, wenn wir die verschiedenen betrachteten Maschinen, mittelst deren wir Naturkräfte mechanisch verwerten, theoretisch vergleichen. Am wichtigsten sind uns diejenigen Maschinen, mittelst deren wir Drehung bewirken. Man nennt sie zusammenfassend Umtriebsmaschinen; die bloſsen Hinundhergangs- oder Hubmaschinen können wir bei der Vergleichung beiseite lassen.

Das theoretisch Wesentliche bei all den betrachteten Maschinen ist, daſs durch sie, und in ihnen, eine Umsetzung der mechanischen Arbeit stattfindet, welche die in Benutzung genommenen Naturkörper ausüben. Beim Wasser ist das einfach. Das durch die Erdanziehung getriebene Wasser wird in einem Rade veranlaſst, demselben unter Abgebung seiner mechanischen Arbeit Drehung zu erteilen. Es findet also eine einzige Umsetzung hier statt. Jede Umsetzung bringt notwendig Kraftverluste mit sich. Bei den Wasserrädern und Turbinen geschieht dies also einmal.

Ganz anders beim Dampf, dem Wasserdampf. In der Dampfmaschine liegt der Ausgangspunkt da, wo dem Brennstoff mechanische Arbeit entzogen wird. Dieser Brennstoff, in welchem die Sonnenwärme durch lange, oft ungemessene Zeiten mechanische Arbeit aufgespeichert hat, ist auch als eine Haltung, als eine Wärmehaltung anzusehen. Man kann sie, zur Unterscheidung von den früher besprochenen, eine „unthätige" Haltung nennen. Thätig wird sie, wie es die anderen Haltungen von Haus aus sind, durch die Entzündung, den Verbrennungsvorgang, Es findet nun bei der Dampfmaschine zuerst eine Umsetzung der Brennstoffarbeit in Dampfbildung statt, wobei der Dampf in eine thätige Haltung, den Dampfkessel, aufgenommen wird. Darauf findet eine zweite Umsetzung statt, bei der der Dampf in der Kolbendampfmaschine den Kolben treibt, und darauf eine dritte, bei der das Kurbelgetriebe die Schubbewegung in Drehung der Welle umsetzt. Das sind drei Umsetzungen. Bei Dampfrad und Dampfturbine fällt die letzte der drei weg, d. h. es bleiben nur zwei.

Beim Gasmotor wird aus Gasstoff mittelst Feuers Gas, dann bei Gasverbrennung Kolbenbewegung, aus dieser mittelst Kurbelgetriebes Drehung der Welle erzielt. — Das Hochofengas ist gleichsam Abfall; es ist wegen anderer, sehr wichtiger Zwecke bereits erzeugt; hier sind also nur die beiden letzterwähnten Umsetzungen erforderlich. Dasselbe gilt bei dem Gas aus den Gasquellen.

Die flüchtigen Petroleum-Abscheidlinge beanspruchen drei Umsetzungen, wenn auch die erste nur wenig Wärme erfordert. — Beim Petroleum selbst sind wieder drei Umsetzungen erforderlich: Verdampfung durch Zündflamme, Verbrennung hinter dem Kolben, Kurbelgetriebe zur Umsetzung des Schubes auf Drehung.

Schreiben wir das alles nochmals eng zusammen, so erhalten wir was folgt:

Umtriebsmaschine betrieben durch:	Umsetzungen bewirkt durch:
Wasser, Rad, Turbine	1) Wasser auf Rad oder Turbine.
Wasser, W-Säulen-M.	1) Wasser auf Kolben. 2) Kolben auf Welle.
Dampf, Kolbenmaschine	1) Feuer auf Wasser. 2) Dampf auf Kolben. 3) Kolben auf Welle.
Dampf, Rad, Turbine	1) Feuer auf Wasser 2) Dampf auf Rad.
Kraftgas, Retorten-Gas	1) Feuer auf Gasstoff. 2) Verbrennendes Gas auf Kolben. 3) Kolben auf Welle.
Hochofengas	1) Verbr.s Gas auf Kolben. 2) Kolben auf Welle.
Natürliches Gas	1) Verbr.s Gas auf Kolben. 2) Kolben auf Welle.
Petrol-Flüchtlinge	1) Feuer auf Petroleum. 2) Verbr.de Dämpfe auf Kolben. 3) Kolben auf Welle.
Petroleum	1) Feuer auf Petroleum. 2) Verbr.de Dämpfe auf Kolben. 3) Kolben auf Welle.

Wie man bemerkt, ist das auf Schaufelwerk strömende Wasser am einfachsten zu verwerten; denn es bedarf nur jener einzigen Umsetzung und steht auch in dieser Beziehung allein da. Einleuchtend wird daraus, warum das Wasserrad zu allererst als Umtriebsmaschine erfunden wurde. Vier der Maschinengattungen haben zwei, vier weitere Gattungen drei Umsetzungen. Aus dieser Anzahl ist übrigens nicht allein ein Schlufs auf den Wert zu ziehen; dazu müssen die einzelnen Umsetzungsverluste in Ansatz gebracht werden, was hier nicht unsere Aufgabe ist.

Wir müssen aber noch einen Schritt weiter gehen, nämlich die Ferntriebwerte der Maschinen übersichtlich machen, da diese sich jetzt zu so grofser Bedeutung entwickelt haben. In Betracht kommen dabei nur, da der Seiltrieb und der Prefswasserbetrieb durch die Elektrik so viel wie gänzlich auf den Bezirk des Fabrikgeländes zurückgedrängt worden sind, der elektrische Strom und die Prefsluft, die namentlich in Neuyork und um Paris für Strafsenbahnen in Gebrauch ist. Indem wir an die vorhin ermittelten Zahlen anschliefsen, erhalten wir was folgt:

Umtriebsmaschine betrieben durch:	Umsetzungen bewirkt durch:
Wasser, Rad, Turbine treibend Elektromotor	2) Dynamo auf Strom. 3) Strom auf El.-Motor.
Dampf, Kolbenmaschine treibend Elektromotor	4) Riemen auf Dynamo.[12]) 5) Dynamo auf Strom. 6) Strom auf El.-Motor.
Dampf, Rad, Turbine treibend Elektromotor	3) Dynamo auf Strom. 4) Strom auf El -Motor.
Dampf, Kolbenmaschine treibend Prefsluftmasch.	4) Kolben auf Prefsluft. 5) Prefsluft auf Kolben. 6) Kolben auf Welle.

Diese Zusammenstellung zeigt, dafs fallendes Wasser, wirkend in Wasserrad und Turbine, die geringste Zahl von Umsetzungen durchweg erfordert. Das ist um so wertvoller, als die Umsetzungen bei Dampf auch zahlenmäfsig an sich weitaus die gröfseren Verluste in sich schliefsen. Und so geht denn das Wasser als der allergünstigste Kraftträger aus dem Wertvergleich hervor.

Zur wirtschaftlichen Zukunft der Kraftverwertung.

Wenn wir aus der abgehaltenen Heerschau über die Kraftträger das wesentliche Ergebnis uns in einfachster Form nochmals vorführen wollen, so wird es das sein, dafs wir der Wärme die Kräfte verdanken, derjenigen Wärme, die uns das Tagesgestirn zwanzig Millionen Meilen weit hersendet, und zwar ganz allein, denn die heraufdringenden vulkanischen Erwärmungen können aufser Betracht bleiben trotz ihrer Geiser-Springstrahlen, ebenso die magnetischen Richtkräfte, die wir überdies wahrscheinlich ebenfalls der Sonnenbestrahlung zuzuschreiben haben. Diese Wärmekraft-Spendung hat aber zwei Formen, der Grammatiker würde sagen: ein Präsens und ein Präteritum, eine gegenwärtige und eine Vergangenheitsform. Gegenwärtig, zu unserer Anschauung und Beobachtung, geschieht die Hebung des Wassers auf Berges- und Hochgebirgshöhen, von denen es niederrinnt, aber dabei von uns zur Arbeit angehalten wird. In fernvergangenen Zeiten dagegen legte die Sonnenwärme Haltungen ihrer selbst bei uns an, teils in Form von fester Kohle, teils in derjenigen von kohlenstoffstrotzenden Flüssigkeiten und Gasen, also durchweg in grofsen, der Verbindung mit dem Sauerstoff ruhig ent-

[12]) No. 4 fällt bei sogen. direktem oder unmittelbarem Betrieb weg.

gegenharrenden Kohlenstoffmengen. Jahrtausende nicht nur, sondern Jahrmillionen alt ist diese Sparhaltung und von einer Mächtigkeit, gegen welche die heutige Kohlenstoffansammlung in den Pflanzen verschwindend gering ist, zumal der Mensch sie noch anderweitig verbraucht. Daher liegt denn die Frage nahe, welches die Zukunft unserer Ausbeutung der mechanischen Naturkräfte sein werde.

Die Frage ist nachgerade eine brennende geworden, wie man ja sagt, was aber auch als Wortspiel richtig ist, da die Menschheit das von der gütigen Mutter Sonne so vorsichtig in die Sparkasse der Natur gelegte Vermögen verbrennt und dadurch unwiederbringlich verausgabt. Vor zwei Jahrhunderten begann man die Kohlenflötze anzugreifen, aber nur schwach. Jetzt dagegen ist die Entnahme gewaltig. Wir verbrauchen, d. i. verbrennen, für verschiedene Zwecke jetzt ungefähr jährlich 600 Millionen Tonnen oder rund 430 Millionen Kubikmeter Kohlen. Blieben wir dabei, so würden am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts 43000 Millionen Kubikmeter Kohle der Erde entnommen sein. Das gäbe einen Kohlenwürfel von 3,40 Kilometer Seite, oder, indem wir es auf eine mehr anschauliche Form umrechnen können, eine rechtwinklige Kohlenpyramide von rund 3200 Meter Höhe, über 20 mal so hoch als der Kölner Dom und mehr Inhalt fassend als das Siebengebirge. Aber der Kohlenverbrauch bleibt nicht stehen! Mit fieberhafter Heftigkeit reifsen die Völker im Wettbewerb die „schwarzen Diamanten“, wie Maurus Jokai sie nannte, aus dem Erdenschofs heraus. „Es ist ja noch genug da“, sagen sie.

Wenn aber der jährliche Mehrverbrauch nur $^1/_{100}$ beträgt, so sind nach 100 Jahren 2,7 mal jene 45000 Millionen verbraucht, und wenn $^1/_{20}$ jährlich Zunahme des Verbrauchs stattfindet, gar 130 mal so viel; der Mehrverbrauch ist aber zur Zeit gröfser als $^1/_{20}$. Somit ist der Kohlenschatz mehr als merkbar angegriffen.

Man hat auf diese Weise ermittelt, dafs England in spätestens 200 Jahren seine Kohlenlager geleert haben werde, eine Drohung, die es jetzt schon veranlafst hat, in Chinas mächtigen Kohlenflötzen Deckung zu suchen. Die französischen Becken sind nicht mehr reich, die belgischen sind es noch, die nordamerikanischen ebenfalls; Deutschland steht günstig da, indem es seine tiefsten Kohlenkeller noch nicht angerissen hat. Diese Zustände sind geeignet, eine künftige Verschiebung der Industriestärke der Länder voraussehbar zu machen, wenn auch nur im allgemeinen. Das aber steht jetzt schon klar da, dafs der Kohlenreichtum als begrenzt zu erkennen ist, und dafs daher die „schwarzen Diamanten“ an Wert nur zunehmen werden.

Jene, die da sagen, es sei noch genug da, finden, wenn auf diese Probe gestellt, einen anderen Ausweg darin, dafs nach ihrer „Überzeugung“ die forschende Menschheit andere, neue Kraftquellen schon noch auffinden werde. Das nun ist sehr unwahrscheinlich, sagen gerade die „Forschenden“, auf die die Leichtlebigen hoffen. Aber es ist ein Anderes eingetreten, was die Lage wesentlich verbessert. Das ist die Dienstbarmachung des elektrischen Stromes als Kraftträger, sagen wir als Kraftpost, als blofsen Übertragers von Kräften. Der oben belächelte Genius der Elektrik kann sich trösten. Zu was man aber vermöge der Leistungen dieser Kraftpost zurückkommt, ist mittelbar die oben genannte Wärmekraftleistung, die uns im fallenden Wasser zur Verfügung steht und die wir durch den elektrischen Strom überall hin versenden. Der Gefällreichtum ist es also, der der einstigen Kohlenverarmung gegenüber in die Wagschale der Völkerwohlfahrt fällt. Diejenigen Länder, die über bedeutende Wassergefälle verfügen, vermögen diese durch den Draht in den Formen von Licht, Wärme und Kraft zu verteilen. Das führt noch zu ganz anderen wirtschaftlichen Machtverschiebungen, als die vorhin angedeuteten sind.

Da ist denn auf einmal Italien, das gänzlich kohlenverwaiste, mächtig gestiegen an der europäischen Kraftbörse, indem es seines Reichtums an Wassergefällen inne geworden ist. Vom Apennin das ganze Land hinunter und an dessen Nordrand von den Alpen fallen die Wasser herab. In der Lombardei verwertete man sie bislang zur Bodenwirtschaft, nun will und wird man sie noch vorher zu Kraftleistungen heranziehen. Eine gar nicht erhoffte wirtschaftliche Neubelebung des Staates ist dadurch auf einmal in Aussicht gestellt. Einige nähere Angaben werden dies verständlich machen.[13])

Nach eingehenden amtlichen Erhebungen entzieht Italien bis jetzt schon auf elektrischem Wege dem Wasser 300000 Pferdestärken und hat noch sicher zu verfügen über ungenutzte 2800000, welche Zahl in Fachkreisen als ein „Mindestwert“ angesehen wird, da z. B. die Aufforstung des Apennins noch grofsen Gefällzuwachs verspricht. Die Landdampfmaschinen und Lokomotiven des Landes arbeiten zusammen mit 350000 Pferdestärken; hierzu die bereits dem Wasser abgewonnenen 300000 gezählt, giebt 650000. Mehr als das Vierfache hiervon wird man dem Wasser entnehmen, somit wird Italien vermöge der Benutzung der elektrischen Kraftpost seine mechanischen Kräfte

[13]) Entnommen dem ausgezeichneten Vortrage des Professors (früheren Ministers) G. Colombo in der Hauptsitzung der Accademia dei Lincei in Rom vom 10. Juni 1900.

mehr als verfünffachen, und zwar ohne besorgen zu müssen, dafs dieser sein auf einmal entdeckter Kraftschatz je abnehmen werde; Strahlen freudiger wirtschaftlicher Hoffnung durchscheinen das hesperische Land.

Reich an bedeutenden Wassergefällen und deshalb reich an künftiger Kraft ist die skandinavische Halbinsel, deren industrielle Bedeutung dadurch noch ganz wesentlich zunehmen wird; die Zählung verspricht hohe Ziffern an Pferdestärken.

Deutschland wird bei richtiger Behandlung der schlesischen Gebirgshänge und einiger Stellen in Bayern immerhin noch einige erwähnenswerte Kraftgewinne erzielen können; im Westen freilich ist soviel wie alles vergeben, der Harzstock ja schon so sauber ausgenutzt. Österreich kann noch Verschiedenes in seinen Alpenthälern an Kraft holen. So stellt sich denn in Europa, das den Zählungen nach rund und wahrscheinlich etwas übertrieben, 32 Millionen Pferdestärken dem Kohlenstoff abgewinnt, eine merkliche Änderung auf dem Kraftmarkt in Aussicht, wesentlich aber nur, weil die beiden Halbinseln im Norden und Süden eine neue Bedeutung in der Kraftfrage gewonnen haben.

Nordamerika, welches einstweilen noch verschwenderisch mit Kohlen und Petroleum umgeht, hat trotzdem angefangen, seine grofsartigen Wassergefälle elektrisch zu benutzen, wie u. a. das Beispiel vom Niagarafall zeigt, der nun die ganze Stadt Buffalo mit Licht und Kraft versorgt. Auch in Kanada denkt man ernstlich daran, die mächtigen Wasserstürze zu benutzen.[14]) Sehr viel kann nach dieser Richtung über den Erdball hin gethan werden; nach und nach wird sich das sogar zur Notwendigkeit gestalten. Aber es schliefsen sich auch grofse

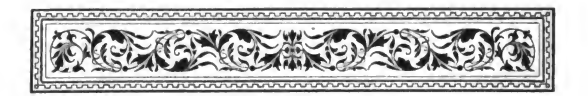
[14]) Nach einer Mitteilung aus jüngster Zeit sind die Wasserkräfte des Saguenay-Flusses, welche in der Nähe von Chicoutimi bei einem Gefälle von 21 m 200000 Pferdestärken betragen, kürzlich von der kanadischen Regierung zur Nutzbarmachung für industrielle Zwecke verkauft worden. In der dortigen Gegend mündet aufserdem der Ship-Shaw-Flufs in den Saguenay und dieser gestattet bei einem Gefälle von 42 m eine Nutzbarmachung von mindestens 150000 Pferdestärken. Zuerst soll eine Kraftstation von 100000 Pferdestärken am Ship-Shaw-Flufs angelegt werden und dann eine weitere von 100000 Pferdestärken am Saguenay-Flusse, sodafs also hier noch 100000 Pferdestärken für eine spätere Erweiterung zur Verfügung stehen. Es ist beabsichtigt, in der Nähe von Chicoutimi grofse Calcium-Carbid-Werke zu errichten. Über eine andere Wasserkraftanlage von aufserordentlichem Umfange wird gleichfalls berichtet. Hiernach sind die Vorarbeiten für eine riesige Anlage am Susquehanna-Flusse in der Nähe von Conowingo beendet. Die Hauptstation soll die märchenhafte Leistung von 500000 Pferdestärken entwickeln und das erzeugte Arbeitsvermögen an die Städte Baltimore, Wilmington und Philadelphia abgeben. In etwa 15 Monaten hofft man diesen Kraftsprudel in Betrieb zu setzen.

Aussichten daran. Denn das Arbeitsvermögen des atmosphärischen Niederschlages giebt, wie Berechnungen zeigen, nahe 100000 Millionen Pferdestärken her. (S. des Verf. „Geschichte der Dampfmaschine“, Braunschweig 1891, 2. Aufl.) Wenn nun blofs ein Tausendstel hiervon für die mechanischen Betriebe gerettet wird, so ergiebt das 100 Millionen Pferdestärken, das ist genug, die verbrannten Kohlenstoffmengen zu ersetzen, und zwar auf unabsehbare Zeiten hinaus. Denn die wesentlichste Eigenschaft der Wasserkraft-Verwertung ist ihre Dauer, ihre Unerschöpflichkeit. Wie ein Wunder mutet es doch an, dafs die Wasserkräfte tagtäglich immer wieder erneuert, neu erzeugt werden durch die alles Leben spendende Sonne, die stets im Jahreslauf ihres Wasseramtes waltet. Ahmen wir ihr nach darin durch Haltungsbauten, die die Unstetigkeiten ausgleichen.

So sehen wir denn, dafs die kraftpflegende Kulturwelt einen langen Lauf vollzogen hat oder nach einiger Zeit haben wird, von jenen ersten urtümlichen Flufsrädern an durch eine ganze Reihe von Wärmemaschinen hindurch, um schliefslich, begleitet von der Elektrik, zu der Anfangskraft, zum Wasser, wieder zu gelangen; aber ihr Weg war kein in sich selbst zurückkehrender Kreis, sondern gleichsam ein Schraubenweg, aufsteigend unaufhaltbar zu höheren Vollkommenheiten, alles in Verwertung der ewigen Pendelschwingung von Anziehung und Abstofsung. Immer eingehender, immer erkenntnisreicher sind die Mittel geworden, den Naturkräften mechanische Leistungen abzuringen; das Siegreichste und Bedeutendste des ganzen letzten Jahrhunderts aber war dabei, nachdem alles Übrige die Bahn vorbereitet hatte, der elektrische Dienst. Die Alten drangen schon ein in die Statik, wir aber in die Dynamik. Während ihr Herakles die statische Tragung des Himmelsgewölbes übernommen hatte, trägt unsere Elektrik dynamisch weit über den Erdball jene Himmelskräfte, die uns überliefert werden im Wasser:

Vom Himmel kommt es,
Zum Himmel steigt es,
Und wieder nieder
Zur Erde mufs es,
Ewig wechselnd!

eine Schilderung aus Dichtermund, deren Schlufs wir erst ganz würdigen, wenn wir den Kräftesegen, den er ausdrückt, überblicken.



Das Problem des Lebens.

Von Dr. phil. **Marianne Plehn** in München.

(Schlufs.)

Leider ist es nun nötig, weit auszuholen, um die zur Behandlung des Gegenstandes nötigen Grundbegriffe zu erwerben. Ein kleiner Exkurs ins Gebiet der Psychologie erscheint unvermeidlich.

Wir haben bereits darauf hingewiesen, wie der Mensch auch im wissenschaftlichen Leben die Neigung hat, über das Oftgesehene, das Allbekannte hinwegzugehen, ohne darüber nachzudenken. „Es ist ein ebenso grofser wie gewöhnlicher Irrtum, dafs die häufigsten, allgemeinsten und einfachsten Erscheinungen es wären, die wir am besten verständen; da sie doch vielmehr nur diejenigen sind, an deren Anblick und unsere Unwissenheit darüber wir uns am meisten gewöhnt haben. Es ist uns ebenso unerklärlich, dafs ein Stein zur Erde fällt, als dafs ein Tier sich bewegt.“ (Schopenhauer.) Dieser Irrtum begegnet uns z. B. in der Physik. Die meisten Menschen glauben, eine gute „Erklärung“ gewonnen zu haben, wenn sie gelernt und begriffen haben: „Das Licht ist eine wellenförmige Bewegung des Äthers.“ — Hört man das in der Schule zum ersten Mal, so pflegt freilich das Gefühl sich mächtig dagegen zu sträuben; man mag und will nicht anerkennen, dafs mit dieser Behauptung die Sache abgethan und das Licht erklärt sei. Aber der Zweifel pflegt bald zu weichen und durch die Macht der Gewohnheit einer schönen, sicheren Überzeugung Platz zu machen. — Und doch hatte er seine gute Existenzberechtigung. Licht ist eine Sinnesempfindung; aber Bewegung ist auch nichts Anderes als eine in letzter Instanz durch unsere Sinnesorgane gewonnene Vorstellung. Zu ihrer Bildung trägt das Auge bei; aber auch der Tastsinn. Mit Hilfe des Tastsinnes kann sie selbst der Blinde gewinnen; sie fehlt keinem Menschen. Und überdies ist sie leichter mefsbar. Wir können das Mafs für Bewegung in knappe, klare Worte fassen; beim Licht ist das nicht so einfach; um das Licht zu messen und zu bestimmen, bedürfen wir komplizierter, physikalisch-

mathematischer Methoden. Ebenso verhält es sich mit Schall, mit Wärme, mit Elektrizität. Diese — und alle übrigen Formen der Energie — werden von den meisten Physikern als Bewegung aufgefafst, und damit glaubt man eine befriedigende Erklärung gefunden zu haben! Eine Erklärung kann uns das aber nur deshalb dünken, weil auf Bewegung vielleicht eben alle Energieen zurückgeführt werden können, und weil Bewegung am leichtesten zu messen ist. Streng genommen sind uns Licht, Schall, Wärme u. s. w. gerade ebenso „klar". Diese Eindrücke, welche unsere Sinnesorgane uns vermitteln, sind etwas primär Gegebenes, nicht weiter Zerlegbares. Keine Sinnesempfindung — und Bewegung auch nicht — kann „erklärt" werden; eine so wenig wie die andere und auch nicht eine durch die andere.

Betrachten wir das Licht mit Rücksicht auf die Vorgänge in unserem Sehapparat, betrachten wir es physiologisch, so unterscheiden wir es nach seiner Stärke und nach seiner Farbe. Wählen wir eine andere Betrachtungsweise, versuchen wir unsere Organe und Empfindungen ganz aufser acht zu lassen, nur die Vorgänge aufser uns zu berücksichtigen, untersuchen wir physikalisch, so unterscheiden wir Ätherwellen von verschiedener Länge und Form. — Wir finden, dafs die kürzesten dieser Wellen, die unser Sehorgan zu erregen vermögen, die Empfindung des Violett hervorrufen, die längsten, die wir sehen, die des Rot. Für die physikalische Betrachtungsweise liegt zwischen der kürzesten und der längsten Welle eine ununterbrochene Reihe von Wellen, deren jede folgende nur um ein äufserst Geringes länger ist als die vorhergehende; sie können alle ganz genau gemessen werden. — Für die sinnesphysiologische Betrachtungsweise liegt zwischen dem Violett und dem Rot eine ebenso ununterbrochene Reihe von Farben; alle Regenbogenfarben in den feinsten Übergangstönen. Theoretisch entspricht jeder Wellenlänge eine Farbe; aber unser Sinnesapparat ist ein Werkzeug von viel zu rohem Bau, als dafs er so feine Unterschiede auffassen könnte. Erst einer gröfseren Änderung des Reizes entspricht eine Änderung der Empfindung, überdies ist die Feinheit des Unterscheidungsvermögens individuell äufserst verschieden. Wenn wir also eine Farbe so genau beschreiben wollen, dafs jede andere ausgeschlossen ist, dann müssen wir unsere Zuflucht zur physikalischen Betrachtungsweise nehmen und die Länge der zugehörigen Welle angeben; denn die kann in Zahlen ausgedrückt werden, bei denen ein Mifsverständnis unmöglich ist. — Die eine Reihe ist daher für genaue Bestimmungen brauchbarer, als die andere, und wir gehen unbedenk-

lich aus jener in diese über, wenn wir eine solche Bestimmung haben müssen.

Damit ist aber für eine Erklärung der Farbe nichts gewonnen. Warum eine Welle von so und so viel Millionstel Millimetern uns Blau sehen läfst, eine etwa doppelt so lange Rot, das sind wir nicht im stande einzusehen; es ist eine Grenze unseres Erkenntnisvermögens, dafs wir das nicht können. Wir verstehen nur einen Zusammenhang innerhalb einer Reihe von Erscheinungen; wie die eine mit der anderen — hier die physikalische mit der sinnesphysiologischen — zusammenhängt, das wird uns immer verschlossen bleiben.

Das Gleiche soll uns ein Beispiel aus einem anderen Gebiet lehren, das physikalische und chemische Betrachtungsweisen einander gegenüberstellt: Zwei hervorragende Chemiker, Lothar Meyer und Mendelejeff, haben alle chemischen Elemente nach ihren Atomgewichten — also von einem physikalischen Gesichtspunkt aus — in ein System geordnet und einen höchst interessanten Zusammenhang zwischen Gewicht und chemischen Eigenschaften gefunden. Der Zusammenhang ist so innig, dafs man die chemischen Eigenschaften eines neu entdeckten Elementes genau vorhersagen kann, wenn man nichts davon kennt als das Atomgewicht, d. h. seinen Platz im „periodischen System“. — Aber warum diese chemischen Eigenschaften gerade an dieses Atomgewicht gebunden sind, das werden wir nie begreifen können. Vielleicht reden wir uns ein, das Gewicht sei eine „Erklärung“ dieser Eigenschaften. Nur darum können wir diesem Irrtum verfallen, weil es verhältnismäfsig leichter zu ermitteln ist, während die chemischen Eigenschaften meist durch mühsamere, indirekte Methoden bestimmt werden müssen.

Liefert uns bei einer Untersuchung eine Betrachtungsweise kein befriedigendes Resultat, gut, so nehmen wir eine andere und sehen zu, ob es an der entsprechenden Stelle dort übersichtlicher scheint. Ist das der Fall, so meinen wir, die Lücke in unserer Erkenntnis sei ausgefüllt, die Frage gelöst.

Einem zweiten, verwandten Irrtum begegnen wir ebenso häufig. Wir halten uns wieder an Beispiele, um denselben zu erläutern.

Der Klang der menschlichen Stimme — sagen wir noch einfacher der Klang eines Vokals — erscheint uns als etwas durchaus Einheitliches. Selbst das geübteste Ohr vermag nicht herauszufinden, dafs er aus einer Anzahl von Tönen zusammengesetzt ist. Dies ist aber durch physikalische Methoden nachgewiesen; man weifs, dafs die Verschiedenheit im Klang der Vokale bei gleicher Tonhöhe darauf

beruht, dafs verschiedene Obertöne mitklingen, in verschiedener relativer Stärke. Man kann mit geeigneten Instrumenten jeden der zusammensetzenden Töne einzeln hörbar machen, man kann aus diesen Tönen den Vokalklang künstlich erzeugen, ihm nach Belieben die Färbung einer Sopran-, Alt-, Tenor- oder Bafsstimme geben.

Warum aber durch Zusammenklingen dieser oder jener Teiltöne dieser oder jener Vokalklang entsteht, das vermögen wir nicht einzusehen. Der Gesamtvorgang bringt uns einen einheitlichen, neuen Eindruck, der durch Kenntnis der Teilvorgänge nicht verständlicher wird.

Als zweites Beispiel betrachten wir einen einfachen biologischen Vorgang: Die Zusammenziehung eines Muskels. Derselbe soll einem Froschschenkel angehören. Wir denken uns das Bein eines Frosches an einem Haken aufgehängt, am Fufs sei ein kleines Gewicht befestigt. Wenn wir den zugehörigen Nerv durch einen elektrischen Strom reizen, so folgt eine Kontraktion der Muskeln, sie werden kürzer und dicker, der Fufs, an dem das Gewicht hängt, wird angezogen, das Gewicht gehoben. Der Muskel erschlafft bald darauf wieder, das Bein hängt gestreckt herab.

Wir können diesen einfachen Vorgang in allen seinen Phasen leicht verfolgen; wenn wir unserem Auge nicht genug trauen, so können wir die Photographie zu Hilfe nehmen und die Momente der Bewegung auf der Platte fixieren. Wir können eine vollständige Reihe von Momentbildern herstellen und können die Probe auf die Richtigkeit unserer Bilderfolge machen, indem wir sie vom Kinematographen reproduzieren lassen. Da erhalten wir eine täuschend naturgetreue Darstellung des Vorgangs. Wir können den gleichen Vorgang aber auch mikroskopisch studieren. Wir finden dann, dafs der Muskel aus vielen Fasern besteht, die, mit starker Vergröfserung betrachtet, einen zierlichen Bau aufweisen. Wir sehen, dafs das mikroskopische Bild eines schlaffen Muskels von dem eines Muskels im kontrahierten Zustand abweicht, und wir können — theoretisch wenigstens — für jedes mit freiem Auge beobachtete Stadium der Kontraktion ein anderes mikroskopisches Bild finden. Die Folge der mikroskopischen Bilder kann eine ebenso vollständige Reihe liefern wie die Momentaufnahmen von der Gesamtbewegung. Diese Reihe ist ebenso wirklich ebenso wesenhaft wie jene; dafs sie anders ist, rührt daher, dafs wir eine andere Betrachtungsweise wählten, einmal uns mit dem freien Auge begnügten, einmal das Mikroskop zu Hilfe nahmen.

Wir können aber auch eine dritte Betrachtungsweise anwenden;

etwa die physikalische. Wir beobachten, dafs hier Energie eintritt in Gestalt des elektrischen Stromes, dafs dieselbe im Nerv und in der Muskulatur umgewandelt wird und schliefslich die Form mechanischer Leistung annimmt — in der Hebung des Gewichts. Den elektrischen Strom, welcher eintritt, kann man messen, die Arbeitsleistung, welche resultiert, auch. Dazwischen liegt eine lückenlose Reihe von physikalischen Zuständen — vielleicht wird man sie einst alle aufführen können. Natürlich mufs auch in dieser Reihe je ein Glied für jede der Momentphotographien vorhanden sein.

Von dem Zweck, den man verfolgt, wird es abhängen, welche von diesen (oder noch anderen) Betrachtungsweisen man anwendet; je nach dem Zweck liefert die eine oder die andere bessere Resultate. Keine steht der anderen an Bedeutung und Würde nach; jede kann ganz vollständige Reihen liefern. Aber nirgends gehen sie in einander über, keine ergänzt oder erklärt die andere. Denn denken wir einmal, es zerbrächen einige von den Platten mit den Momentphotographien; da gäbe es im Bild des Vorgangs, das der Kinematograph liefert, einen Ruck, eine Lücke. Was hülfe es uns, wenn wir noch so sicher wüfsten: den fehlenden Bildern entsprechen diese Bilder der mikroskopischen Reihe und jene physikalischen Zustände? Unsere Photographienserie bleibt unvollständig; ein fehlendes Bild kann mit Hilfe anderer, paralleler, wenn auch noch vollkommener erforschter Serien nicht ergänzt werden. Was wir mit freiem Auge sehen, — wir wollen es den Gesamtvorgang nennen — das wird durch das Studium der physikalischen und mikroskopischen Vorgänge — so interessant und wichtig das auch sein mag — nicht klarer. In erster Linie können wir uns in dieser Hinsicht darum täuschen, weil jene Vorgänge sich einfacher und unzweideutiger beschreiben lassen.

Auch diese zweite Erkenntnisgrenze wird immer wieder übersehen. Man wundert sich in diesem und jenem Spezialfall, dafs die befriedigende Erklärung einer Erscheinung nicht gelingen will, tröstet sich vielleicht mit der Hoffnung auf die Zukunft und bedenkt nicht, dafs man eine Frage vor sich hat, die der Natur des menschlichen Geistes nach nicht beantwortbar ist. Man bedenkt nicht, dafs ein Zusammenhang uns nur innerhalb einer und derselben Reihe von Erscheinungen fafsbar ist, dafs eine noch so vollkommene Kenntnis der Teilerscheinungen zum Verständnis des Gesamtvorgangs nichts beiträgt.

Wenn diese Überlegungen bei allgemeinen Fragen der Biologie

bisher noch keine Anwendung fanden — auf verwandten Gebieten haben die Forschungsergebnisse doch schon so deutlich darauf hingewiesen, hie und da ist ein Denker so nahe daran vorbeigegangen, dafs man staunen mufs, wie die Thatsache ihrer durchgehenden Giltigkeit so lange verhüllt bleiben konnte. Es sei nur auf eine der berühmten Reden Du Bois Reymonds: „Über die Grenzen des Naturerkennens", die einst enormes Aufsehen gemacht und einen Sturm von Beifall und Widerspruch entfesselt hat, hingewiesen. Sie handelt von dem Verhältnis der psychischen Vorgänge, unseres Empfindens, Denkens und Wollens zu den physischen Veränderungen, die ihnen im Gehirn parallel laufen. Du Bois Reymond stellt sich insofern auf mechanistischen Standpunkt, als er für denkbar hält, dafs diese physischen Gehirnvorgänge einmal ganz verstanden werden könnten, so dafs man im stande sein werde, sie in chemischen und physikalischen Formeln auszudrücken, dafs man eine „astronomische" Kenntnis derselben erwerben könne und dafs man für jede Stufe des psychischen Prozesses genau werde angeben können, welcher chemisch-physikalische Zustand ihr entspräche. Er sagt: „Es wäre grenzenlos interessant, wenn wir so mit geistigem Auge in uns hineinblickend die zu einem Rechenexempel gehörige Hirnmechanik sich abspielen sähen wie die Mechanik einer Rechenmaschine, oder wenn wir auch nur wüfsten, welcher Tanz von Kohlenstoff-, Sauerstoff-, Wasserstoff-, Stickstoff-, Phosphor- und anderen Atomen der Seligkeit musikalischen Empfindens, welcher Wirbel solcher Atome dem Gipfel sinnlichen Geniefsens, welcher Molekularsturm dem wütenden Schmerz beim Mifshandeln des Nervus trigeminus entspricht." . . . . „Was aber die geistigen Vorgänge selber betrifft, so zeigt sich, dafs sie bei astronomischer Kenntnis des Seelenorgans uns ganz ebenso unbegreiflich wären wie jetzt. Im Besitz dieser Kenntnis ständen wir vor ihnen wie heute als vor einem völlig Unvermittelten. Die astronomische Kenntnis des Gehirns, die höchste, die wir davon erlangen können, enthüllt uns darin nichts als bewegte Materie. Durch keine zu ersinnende Anordnung oder Bewegung materieller Teilchen aber läfst sich eine Brücke ins Reich des Bewufstseins schlagen."

Nein, gewifs nicht. Eine solche Brücke, die körperliche Vorgänge und geistige miteinander verbände, die wird man vergebens suchen. Aber auch sonst giebt es nirgends eine Brücke zwischen Erscheinungsreihen, die wir durch Anwendung verschiedener Betrachtungsweisen erhielten. Hier waren es die psychologische und die physiologische (oder chemisch-physikalische); wie wir sahen,

können ein andermal die chemische und die physikalische oder beliebige andere parallele Erscheinungsreihen einander gegenüberstehen.

Es ist wohl schon klar, welche Folgerung wir für das Lebensproblem zu ziehen haben: Wir haben in den Erscheinungen des Lebens unendlich komplizierte Prozesse vor uns, die wir in ihrer Gesamtheit oder von diesem oder jenem speziellen Gesichtspunkt aus betrachten können. Fassen wir die Vorgänge im ganzen ins Auge, so sehen wir aus einem wohl charakterisierten Anfangsstadium, durch eine lückenlose Reihe von Übergangsstadien hindurch, das Endstadium entstehen. Etwa aus einem Ei das Hühnchen. Wir sehen, wie das eben sichtbare Bläschen auf dem gelben Dotter sich in ein feines Streifchen umwandelt, wie an dieses als kleine Anschwellung der Kopf sich anlegt, bald darauf das Herz, wie das Blut auftritt, wie die Gliedmafsen sich bilden, u. s. w., bis endlich das fertige Tierchen die Schale verläfst. Dies zu beobachten ist eine wichtige Aufgabe des Biologen. — Er mufs aber auch mit Hilfe des Mikroskops die Bildung eines jeden Organs verfolgen; er sieht dann, wie aus den wenigen Zellen, die auf einem ganz frühen Stadium die Anlage des Tieres bilden und die einander völlig gleich sind, durch eine kontinuierliche Reihe von Übergangsstadien hindurch, so ganz verschiedene Gebilde, wie Nervenzellen, Nieren-, Leberzellen u. s. w., entstehen. Diese mikroskopische Untersuchung vermag eine etwa vorhandene Lücke des mit blofsem Auge Beobachteten nicht auszufüllen. — Vielleicht wird einmal die physiologische Chemie so weit vorgeschritten sein, dafs sie genau anzugeben im stande ist, welches die chemische Natur einer Leberzelle — oder jeder anderen Zelle — auf jedem Stadium ihrer Entwickelung ist. — Dasselbe können wir für die physikalischen Zustände der Leberzelle — oder jeder anderen Zelle — für möglich halten.

Welche Betrachtungsweise wir auch wählen mögen — prinzipiell steht der Hoffnung nichts im Wege, dafs sie uns einmal eine lückenlose Reihe von Erscheinungen werde aufdecken können. Eine enorme Fülle von wertvollen Aufklärungen, von praktisch wie theoretisch gleich wichtigen Thatsachen wird dadurch ans Licht gebracht werden. Wie weit wir aber auch vordringen können — hoffentlich himmelweit über unser jetziges Wissen — den Zusammenhang der physikalischen und chemischen Teilerscheinungen mit der Gesamterscheinung, dem Leben, werden wir nie fassen. — Das ist's, was die Gegner der Mechanisten ahnen, wenn sie eine noch so vollkommene chemisch-physikalische Erkennt-

nis nicht als befriedigende „Erklärung“ des Lebens gelten lassen wollen. Sie haben recht.

Eine Grenze zu finden und sich sagen zu müssen, dafs die Menschheit sie nie überschreiten werde, das ist wohl betrübend. Aber Klarheit ist und bleibt für die Forschung die Hauptsache. So wie es einen gewaltigen Gewinn bedeutete, als der Beweis erbracht wurde, dafs ein Perpetuum mobile nicht existieren kann, dafs die Quadratur des Zirkels eine unlösbare Aufgabe ist, Probleme, an die unzählige Forscher ihre Lebensarbeit verschwendet haben, so oder noch viel mehr bedeutet der Nachweis einen Gewinn, dafs der Versuch, das Leben aus chemischen und physikalischen Gesetzen zu erklären, vergeblich sein mufs. Jene Probleme interessierten doch schliefslich nur die Mathematiker und Physiker, während das Problem des Lebens wohl jeden denkenden Menschen einmal bewegt hat.





Keelers photographische Aufnahmen von Nebelflecken.

Die Anwendung der Photographie auf Himmelsobjekte hat auch unsere Kenntnis der wahren Gestalt der Nebelflecke wesentlich gefördert. Früher war man in der Beurteilung des Aussehens der Nebelflecke nur auf die Zeichnungen der Beobachter angewiesen. Diese Zeichnungen weichen aber je nach der Geschicklichkeit der Beobachter und den Luftzuständen (welche den Anblick der Nebel besonders beeinflussen) sehr von einander ab. Erheblichen Zweifeln begegneten daher die Nebelzeichnungen des Lord Rosse, die dieser mittelst seines mächtigen Reflektors vor 40 bis 50 Jahren gemacht hat, und welche den Nebeln vielfach eine spiralige Struktur zu geben schienen, während in den meisten Fällen die Zeichnungen anderer Beobachter derselben Nebel keine Spur von Spiralform erkennen liefsen. Die photographischen Aufnahmen, welche in neuerer Zeit von Roberts, Holden u. a. von Nebeln ausgeführt worden sind, haben aber bestätigt, dafs in der That die Spiralform bei verschiedenen Nebeln vorhanden ist. Unter diesen Umständen gewinnt das Unternehmen J. E. Keelers viel Interesse, welcher sich zur Aufgabe gestellt hat. mittelst des ausgezeichneten Crossley-Teleskops der Lick-Sternwarte alle der Spiralform verdächtige Nebel sorgfältig zu photographieren. Keelers Resultate sind in mehrfacher Richtung sehr lehrreich. Es ergab sich, dafs nicht nur die meisten der Rosseschen Nebel spiralig sind, sondern dafs augenscheinlich den grofsen isoliert stehenden Nebelmassen überhaupt die Spiralform zukommt. Wenigstens wurde diese für eine bedeutende Zahl der grofsen Nebelflecke konstatiert. Ferner ist aber bemerkenswert, dafs sich in der Umgebung gröfserer Nebel meist eine ungeahnte Menge kleiner Nebel oder Nebelsterne vorfinden. So enthielt eine 4 Stunden lang auf den Nebel II V 19 der Andromeda exponierte Platte 31 neue Nebel (d. h. in den bisherigen Nebelverzeichnissen nicht enthaltene), bei der Photographie von H I 53 Pegasi fanden sich 20 kleinere Nebel vor. Die Platten Keelers

zeigen aufserdem in der Nähe grofser Nebel vielfach eine Menge sehr feiner nebelartiger Objekte, die das Crossley-Teleskop wahrscheinlich nur deshalb nicht zweifellos als Nebel wiedergeben kann, weil seine optische Kraft zur Definition dieser Objekte nicht hinreicht, denn entschieden scheinen diese Sternscheibchen weniger dicht zu sein als die gewöhnlichen Sterne und mit einem schwachen Nebelflor umgeben. Die Anwendung der Photographie thut also dar, dafs die Zahl der existierenden Nebel bei weitem gröfser ist, als die blofs optische Durchmusterung des Himmels erkennen läfst. Die auf Keelers Photographien auftauchenden bisher nicht vermuteten Gebilde sind so zahlreich, dafs Keeler annehmen zu können glaubt, es seien auf jeden Quadratgrad des Himmels mindestens drei Nebel zu rechnen; der ganze Himmel würde demnach die stattliche Zahl von 120000 Nebeln beherbergen d. h. etwa die 10fache Anzahl der gegenwärtig in unseren Nebelkatalogen vermerkten Objekte.



Der Meteorit von Bjurböle.

Im finländischen Pavillon der Pariser Weltausstellung befindet sich zur Zeit ein wertvolles und interessantes Ausstellungsobjekt, an dem die Mehrzahl der Besucher sicher achtlos vorübergegangen ist, die Trümmer eines Meteoriten, der am 12. März 1899 um $9^h\ 30^m$ abends in Bjurböle in Finland niederfiel.

Das Meteor leuchtete in einem blendenden blauen Lichte auf und ist überall in der Umgebung des Baltischen Meeres, im Norden bis Uleåborg, im Süden bis in die Gegend von Wilna gesehen worden. Seine Bahn, die über die ganze Südküste Finlands, von Aland bis Borgå verfolgt werden kann, wird von Professor Donner in Helsingfors, dem bekannten Astronomen, berechnet werden. Die Erscheinung war von heftigen Detonationen, einer starken Kanonade ähnlich, begleitet.

Am nächsten Morgen bemerkte ein Bauer von Bjurböle im Eise, etwa 20 m vom Gestade des Meeres, ein Loch von 3 m Durchmesser und in dessen Umgebung grofse Eisstücke und Thonmassen, die das Meteor beim Aufprallen beiseite geschleudert hatte. Als die Nachricht nach Helsingfors gelangte, beeilte sich die Geologische Kommission, sich des Fundes zu versichern. Inzwischen hatten spekulationslustige Personen den beiden Bauern von Bjurböle, denen der angrenzende Grund und Boden, an dem das Meteor niedergefallen war, gehörte, die ver-

lockendsten Anerbietungen gemacht, indessen ohne Erfolg. Freiwillig verzichteten die Eigentümer auf jeden persönlichen Gewinn aus dem kostbaren Funde und überliefsen den Schatz an das Museum der Geologischen Kommission von Finland. Eine hohe Belohnung, die ihnen von Staats wegen später ausgezahlt wurde, stifteten sie der heimatlichen Schule zum Zweck der Vermehrung des Bücherbestandes.

Im Niederfallen hatte das Meteor zunächst eine Eisschicht von 70 cm Dicke durchschlagen, war durch das noch 1 m tiefe Wasser gegangen und hatte sich bis zu einer Tiefe von 6 m in den unterliegenden, wasserhaltigen Thonboden eingegraben. Das Heraufholen des Meteoriten war bei der Beschaffenheit der Fundstelle mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verknüpft; als dann die Arbeit mit Hilfe von Tauchern geglückt und der Schatz an die Oberfläche befördert war, zeigte sich, dafs der Meteorit in zahllose Stücke zerplatzt war, von denen viele mehrere Meter oberhalb der Hauptmasse stecken geblieben waren. Das gröfste Bruchstück wog beim Heraufholen 83 kg, später im trockenen Zustande 80,2 kg, das nächst kleinere 22 bezw. 21 kg. Das Gesamtgewicht der eingesammelten Stücke betrug, als sie noch etwas feucht waren, 340 kg, nach dem Trockenwerden immer noch 325 kg. Sehr viele Stücke weisen eine schwarze Kruste auf, als bekanntes Ergebnis der oberflächlichen Schmelzung, die das Meteor beim Durchgang durch die Erdatmosphäre und die damit verbundene starke Wärmeentwickelung auszuhalten hatte.

Hinsichtlich der Masse übertrifft der Meteorit von Bjurböle alle früher gefundenen Aërolithe, deren bisher gröfster zu Kniahinya in Ungarn am 6. Juni 1866 niederfiel und ein Gewicht von 294 kg hatte.

Die beiden eben erwähnten gröfsten Stücke des Bjurböler Meteoriten sind in Gipsabgüssen ausgestellt, alles andere ist dagegen Original.

Schon der Augenschein zeigt, dafs es sich um einen Steinmeteoriten (im Gegensatz zu den Eisenmeteoriten) oder Aërolithen handelt, im besonderen um einen sogenannten Chondriten. Man versteht darunter feinkörnige Gemenge von Olivin und Bronzit, graue Massen mit eingelagerten kleineren oder gröfseren Kügelchen (Chondren). In ihm überwiegen Enstatit (Magnesiasilikat) und Olivin vermischt mit einigen wenigen Körnchen Magnetkies und anderer Minerale. Die körnige Struktur ist unter dem Mikroskop klar zu erkennen, der Magnetkies tritt nur in feinen Äderchen auf; die Chondren selbst, deren Gröfse zwischen 0.5 und 8 mm schwankt, bestehen hauptsächlich aus Enstatit in dicken Knollen oder feinen Fäden.

Da die genaue Untersuchung Professor Ramsay anvertraut ist, so wird man noch eingehenderen Mitteilungen über die chemische Zusammensetzung des wichtigen Meteoriten entgegensehen dürfen.

G. Witt.



Das Klima in den Polargegenden der Erde.

Durch die dreijährigen meteorologischen Beobachtungen der „Fram“ in den höchsten, bis jetzt erreichten nördlichen Breiten (bis 85 Grad), ferner durch die Resultate der belgischen Südpolarexpedition, welche unsere Kenntnis des Klimas der antarktischen Region um 15° weiter gegen den Südpol ausgedehnt haben, sind die Schlüsse sehr befestigt worden, welche man über die Beschaffenheit des Klimas der Nord- und Südpolargegenden der Erde wagen darf. A. Woeikof hat solche Betrachtungen mit Zugrundelegung jener Beobachtungen angestellt. Zunächst ist sehr bemerkenswert, dafs in den höchsten nördlichen Breiten, welche von Menschen bisher erreicht worden sind, die Wintertemperatur erheblich milder ist als jene, welche man auf dem 85. Parallelkreise erwarten könnte, und zwar kommt sie der 13° südlicher unter dem 72. Parallelkreise in Ustjansk und Kasatschje am Janaflusse und in Sagastyr (an der Lenamündung) beobachteten ziemlich gleich, nämlich — 35°. Die Mitteltemperaturen der 3 Wintermonate sind:

nach den Beobachtungen der „Fram“ zwischen dem 80. bis 85. Breitengrade	— 34,4°
Kasatschje und Ustjansk (71° Br., 136° Lge.)	— 36,0
Sagastyr (73° Br., 124° Lge.)	— 36,0

Die Wintertemperaturen im westlichen Teil von Sibirien, sowie Spitzbergen und Franz Josephsland sind milder als die Mitteltemperatur von — 35°, die man für die Polarregion von den Küsten Ostsibiriens bis zum Pol hin wahrscheinlich annehmen darf. Es herrscht also auf dem letzteren sehr grofsen Gebiete eine nahezu gleiche Temperatur. Dies wird besonders auffallend, wenn man sich die überaus grofsen Unterschiede vergegenwärtigt, die auf dem asiatischen Festlande, weit südlicher, in den Flufsthälern Sibiriens vorkommen.

Zwei an demselben Flusse, der Jana, gelegene Ortschaften, nämlich Kasatschje etwa 80 km vom Meere (70° 45′ n. Br.) und Werchojansk 360 km südlicher (67° 34′ n. Br.) haben im Januar eine Temperaturdifferenz von über 12° und zwar ist der südliche der viel kältere

Ort (Werchojansk nahe — 50°, gegen Kasatschje — 37,5°). Dafs die sibirische Nordküste einen wärmeren Winter hat als Jakutsk (— 40° Wintertemperatur in Jakutsk, bei einer nördl. Breite von 62°), wufste man schon seit den zwanziger Jahren und zog zur Erklärung den mildernden Einflufs des Meeres heran: wie etwa in Europa der milde Winter Englands im Vergleich zum Festlande, oder der norwegischen Nordküste im Vergleich zu Lappland u. s. w. veranlafst werde. Woeikof weist aber darauf hin, dafs diese Erklärung zwar für diese Länder richtig sein könne, denn in allen diesen Fällen seien die Meere eisfrei und die vorwaltenden Winde brächten Luft von wärmeren Meeresteilen, aber für Sibirien keine Geltung habe, denn dort ist das Meer an der Nordküste auf mehrere hundert Kilometer im Winter mit Eis bedeckt und der Wind wehe beständig von der Landseite. Nicht das Meer mildere die Wintertemperatur der Nordküste Sibiriens, sondern die Tundra mit ihrer lebhaften Luftbewegung. In den Thälern der Jana, Indigirka u. s. w. herrsche schwache Luftbewegung oder Windstille, die untere mit der Schneedecke in Berührung befindliche Luft gerate daher wenig in die höheren wärmeren Schichten und daraus erkläre sich die extrem niedrige Temperatur der ostsibirischen Flufsthäler; in der Tundra, im Norden, haben die Winde freien Spielraum, es mischen sich also die Luftschichten mehr miteinander, wodurch auch im Winter die Temperatur nicht bis zu den tiefen Graden der Flufsthäler herabsinken könne.

Trotz der grimmigen Winter haben die Stationen Nordostsibiriens einen verhältnismäfsig heifsen Sommer, wie aus folgenden Zahlen (Mittel aus einer Reihe Beobachtungsjahre) erhellt:

Ustjansk . . .	(71° n. Br.)	Januar	— 41,4°,	Juli	+ 13,4°
Werchojansk .	(68 „)	„	— 50,8	„	+ 15,1
Srednekolymsk	(67 „)	„	— 34,6	„	+ 12,6
Marschinskoje .	(62 „)	„	— 45,1	„	+ 18,8
Jakutsk . . .	(62 „)	„	— 43,3	„	+ 19,0

Dagegen hatte man auf der „Fram" während der Fahrt von 79° Br., 135° Lg. bis 81° Br., 124° Lg. Gelegenheit, einen viel kälteren Sommer zu beobachten, und diese Temperaturen sind die niedrigsten auf der Nordhalbkugel aus Beobachtungen bekannten Sommertemperaturen, nämlich Juni — 1,8°, Juli + 0,1°, August — 1,8°.

Was die Südpolarregion anbelangt, so ist nach den Beobachtungen der belgischen Expedition das Jahresmittel — 9,6° für den Parallel von etwa 70,2° südl. Br. In derselben Breite auf der nörd-

lichen Halbkugel sind Temperaturen von — 9,6° nur auf den Kontinenten von Asien und Nordamerika, auf den benachbarten Inseln und dem von Land umgebenen Karameere beobachtet worden. Das Seeklima auf der nördlichen Halbkugel ist jedenfalls um 3° höher zu schätzen als jenes der Südhemisphäre. Nach Woeikof gilt dies nicht nur für den 70. Breitegrad, sondern auch für die entsprechenden beiderseitigen Parallele des 45., 50. und 55. Breitegrades. *



Zahl der Einzelwesen in einem Ameisenhaufen.

Eine interessante Studie über die Zahl der Einzelwesen, welche sich in einem Ameisenhaufen vergesellschaften, hat kürzlich E. Yung, Professor an der Genfer Universität, der Öffentlichkeit übergeben. Die betreffenden Zählungen beziehen sich auf die rote Waldameise (Formica rufa) und sind nach zwei wesentlich voneinander verschiedenen Methoden unternommen.

Zunächst erschien es am einfachsten, nachdem ein möglichst isoliert gelegenes Nest ausgesucht war, alle Angehörigen desselben zu töten, das ganze Nest auszuheben, die sämtlichen Individuen aus den Erd- und Holzpartikelchen herauszulesen und dann die Zählung vorzunehmen. Ein anscheinend stark bevölkertes Nest von 0,60 m Höhe, dessen Grundfläche einen Durchmesser von 1,15 m hatte, wurde den Dämpfen von Schwefelkohlenstoff mit solchem Erfolge ausgesetzt, dafs binnen einer halben Stunde alle darin befindlichen Ameisen abgetötet waren; darauf wurde der Ameisenhaufen mit dem unter ihm befindlichen Boden ausgestochen, in einen Sack gepackt und in eine benachbarte Scheune gebracht. Hier erfolgte das ungemein mühsame Aussondern der einzelnen Ameisen, die sich wegen ihrer sehr ähnlichen Färbung nur schwer von den anhaftenden Boden- und sonstigen Partikeln unterscheiden liefsen. Diese Arbeit war äufserst zeitraubend und kostete fast eine Woche. Je 100 Individuen wurden immer zu einem Häufchen vereinigt, und es ergab sich, dafs insgesamt 22580 ausgebildete Ameisen und 13500 Larven verschiedenen Alters gesammelt worden waren.

Natürlich geben diese Zahlen nicht die Gesamtzahl der Ameisen, die zu dem Nest gehörten. Einigen Ameisen war es nämlich gelungen, im Moment der Katastrophe zu fliehen; andererseits ist es klar, dafs ein erheblicher Prozentsatz der Arbeitsameisen aufserhalb des Nestes ihrer Thätigkeit nachgegangen war, und schliefslich wird

ein, wenn auch kleiner, Prozentsatz bei der Auslese übersehen, d. h. der Zählung entgangen sein.

Um solche Fehlerquellen zu vermeiden und zu sicheren Ergebnissen zu gelangen, wurde deshalb in der Folge ausschliefslich ein anderes Verfahren eingeschlagen, das sich auf die wohlbekannte Eigentümlichkeit der Bienen stützt, Gegenstände, welche ihnen dargeboten werden, scharenweise zu besetzen. Sobald nämlich die Sonne das für die Zählung ausgewählte Nest ein wenig erwärmt hatte und die Arbeitsameisen begannen, geschäftig aus ihren unterirdischen Gängen und Galerien an das Tageslicht und ins Freie zu kommen, legte ihnen Professor Yung einen Holzspaten von 1 qdm Fläche in den Weg; in kurzer Zeit war derselbe schwarz von Ameisen. Schnell wurden die Tierchen mittelst einer feinen Bürste in eine hinreichend weite Kuvette mit Alkohol hineingefegt, der Spaten wieder an den Ameisenhaufen gelegt und von neuem die anhaftenden Tierchen abgefegt. Dieses Spiel konnte eine oder zwei Stunden fortgesetzt werden, bis das Nest fürs erste erschöpft schien. Es ist selbstverständlich, dafs auf diese Weise nur die Arbeitsameisen, nicht aber auch die Weibchen und die Larven erhalten wurden. Die Zählung war dafür aber verhältnismäfsig leicht, denn die Ausbeute brauchte nur auf ein Sieb geschüttet und an der Sonne getrocknet zu werden; das zeitraubende Aussondern aus den Baustoffen fiel ganz fort.

Um auch derjenigen Ameisen habhaft zu werden, welche beim ersten Versuch aufserhalb des Nestes sich aufhielten, mufste das Einfangen an den nächsten Tagen fortgesetzt werden; in der Regel war nach einer Woche das betreffende Nest fast vollständig ausgenommen oder so weit entvölkert, dafs eine Fortsetzung der Versuche das Zählungsergebnis nicht mehr merklich beeinflussen konnte; nur mufste darauf geachtet werden, dafs nicht, was in einem Falle sich zweifellos konstatieren liefs, die beunruhigten Ameisen ihr altes Nest verliefsen, um ein neues aufzusuchen. Auch eine Reihe anderer Vorsichtsmafsregeln müssen sorgsam befolgt werden, damit die Zahl derjenigen Insekten, die schliefslich doch der Zählung zu entschlüpfen wissen, möglichst gering bleibt.

Auf die kurz beschriebene Art wurden 1897 und 1899 in den Monaten August und September fünf Ameisenhaufen untersucht, die folgende Zahlen von Insassen aufwiesen:

Nest	Durchmesser der Grundfläche	Höhe	Gesamtzahl
A	1,60 m	0,70 m	53 018
B	1,28 „	0,55 „	67 470



Nest	Durchmesser der Grundfläche	Höhe	Gesamtzahl
C	1,60 m	0,60 m	19 933
D	1,40 „	0,65 „	93 694
E	0,95 „	0,45 „	47 828

Auch diese Werte geben naturgemäfs nur eine untere Grenze; doch dürfte die Zahl der nichtgezählten Individuen nach Professor Yungs Meinung in keinem Falle 10 000 betragen.

Auffallend erscheint die schwache Besetzung des Nestes C; dieselbe erklärt sich offenbar aus äufseren ungünstigen Umständen. Das Nest lag unter Blättern so dicht versteckt, dafs nur auf Augenblicke einzelne Sonnenstrahlen es bestreichen konnten; zudem führten nicht mehr als zwei Wege an die Stellen, wo sich die Ameisen verproviantieren konnten, während das Nest D auf dem Grat einer nach Süden abfallenden steinigen Böschung ansetzte und sieben von Ameisen sehr stark begangene Verbindungswege aufwies.

Überhaupt wird anscheinend die Lebhaftigkeit und Regsamkeit der Ameisen sehr stark von Witterungsverhältnissen beeinflufst. Auch dafür enthält der Bericht einige interessante Zahlenangaben. So wurde bei Nest A am ersten Tage bei schönem Wetter während etwa einer Stunde der Spaten 75 Mal ausgelegt; das Ergebnis waren 9203 Ameisen, also im Durchschnitt bei jedem Zug 122 Stück. Am folgenden Tage, bei bedecktem Himmel, sank der Durchschnitt auf 55 Stück, um am dritten Tage wieder auf 128 zu steigen; die Luft war wieder schön warm und der Himmel klar. Ganz ähnliche Zahlen ergaben sich auch an den späteren Tagen mit geringen Schwankungen. Eine Ausnahme machte der fünfte Tag, wo Regen fiel und durchschnittlich nur 5 Ameisen sich jedesmal auf dem Spaten festgesetzt hatten; die Gesamtausbeute betrug an diesem Tage während einer Stunde nicht mehr als 420 Stück.

Aus den mitgeteilten Zählungen schliefst Professor Yung, dafs in der Regel die Zahl der Insassen eines Haufens von Formix rufa 100 000 nicht übersteigt, meist sogar erheblich darunter bleiben dürfte. G. W.



Ein absolutes Mafs für die Zeit. Die Notwendigkeit, mechanische, calorische und elektrische Erscheinungen mit einander zu verknüpfen, hat dazu geführt, das absolute Mafssystem einzuführen. Man mifst nicht mehr Stromstärken nach Daniells, Widerstände nach

Siemenseinheiten u. s. w., sondern überall findet man Zahlen im System der Centimeter, Gramme, Sekunden. Nun hat der französische Physiker G. Lippmann noch einen Schritt weiter gethan, und hat die Zeiteinheit aus den Centimetern und Grammen abgeleitet. Zeiteinheit soll die Zeit sein, die die Masseneinheit (Gramm) braucht, um einem Körper in der Entfernung Eins (1 cm) die Beschleunigung Eins zu verleihen. Diese Zeit ist gleich 3862 Sekunden.

Die vorgeschlagene neue Zeiteinheit hat noch den Vorzug, von der Längeneinheit unabhängig zu sein. Geht man z. B. von Centimetern zu Decimetern über, so wird Masseneinheit das Kilogramm (1 cdm Wasser von gröfster Dichtigkeit). Dadurch wächst die Beschleunigung, die ein Körper im Abstand von 1 cm erfährt, auf das 1000fache; wird der Abstand, wie es sein mufs, ebenfalls 1 dm, so geht sie auf den hundertsten Teil des neuen Wertes herunter; also ergiebt sich das 10fache der früheren Beschleunigung. 10 cm = 1 dm ist aber jetzt die Beschleunigung 1. Folglich ist die Zeiteinheit im neuen Mafs gleich der im alten.

Wenn nun die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde allmählich geringer wird, so ist diese Änderung unserem Zeitmafs, den Sekunden, nicht anzumerken, denn 1 Sekunde ist der 86400. Teil der Zeit, die zwischen zwei Kulminationen der Sonne (bezw. eines Sternes) liegt; wächst diese Zeit, so würden doch die Uhren allmählich so geändert werden, dafs sie nach wie vor denselben Zusammenhang mit den Sternkulminationen haben. Bestimmt man aber die Zeit, in der die Masse 1 einem Körper im Abstande 1 die Beschleunigung 1 erteilt, so erhält man jetzt dafür $^{3862}/_{86\,400}$ der Zeit zwischen 2 Sternkulminationen. Findet man aber später $^{3861}/_{86\,400}$ dieser Zeit, so ist die alte Sekunde gröfser geworden, die Erde dreht sich langsamer. Die Sekunde ist um 0,000259 ihrer Gröfse kleiner geworden.





Chun, Carl: Aus den Tiefen des Weltmeeres, Schilderungen von der deutschen Tiefsee-Expedition. Verlag von Gustav Fischer. Jena, 1900

Wer die erste Lieferung durchliest, kann sich, mag sein Interesse für die Sache an sich gröfser oder geringer sein, diesen treuen packenden Schilderungen des Leiters der Expedition, Professor Dr. Carl Chun, und der schlichten Bescheidenheit, die oft bei den bedeutendsten Erfolgen so angenehm berührt, nicht entziehen. Dabei sind die Darstellungen in solcher Wärme und Lebendigkeit niedergeschrieben, dafs sie den Leser von Anfang bis Ende fesseln, und dafs er es nur bedauert, nicht schon die nächste Lieferung in Händen zu haben. Bieten schon die grofsartigen Vorbereitungen eine Fülle des Interessanten, so steigert sich dies mit jedem Zoll weiter ins Weltmeer hinaus. Wer auch die wissenschaftlichen Ergebnisse nicht in ihrer ganzen zoologischen, botanischen, bakteriologischen, meteorologischen u. s. w. Bedeutung zu bewerten vermag, auch dem eröffnet sich hier die Erkenntnis einer bisher ganz fremden und doch so ungemein belebten Welt in den Tiefen des Meeres. Aber schon das 4. Kapitel mit der Überschrift „Die Kanarischen Inseln" giebt geradezu ein Idyll, und wir fühlen es dem Verfasser nach, wenn er sagt, dafs jeder, der einmal auf diesem paradiesischen Fleckchen Erde war, sich unbedingt dahin zurücksehnt, und wir glauben selbst jene Naturschönheiten auf uns wirken zu sehen, wenn wir den lebendigen und gemütvollen Schilderungen folgen. Auch nicht des Humors entbehrt die Darstellung. Was aber besonders ins Auge fällt, das sind die zahlreichen, in technischer Vollendung ausgeführten Abbildungen, die von allem Bemerkenswerten und von allem besonders Schönen uns photographische Aufnahmen vor Augen führen, die in ganz vorzüglicher Reproduktion uns selbst in die fernen Lande zu versetzen scheinen. So sehen wir als ganzseitige Illustrationen u. a. eine prächtige Urwaldscenerie vom Kamerunpik, die Küstenlandschaft der Nord-Ostküste von Suderoe, Darstellung der wichtigsten Hebungsarbeiten und vieles andere.

Man sieht den folgenden Lieferungen mit Spannung entgegen, da man den Eindruck gewonnen hat, hier die vorzüglichsten Schilderungen eines von deutschem Fleifs und deutschem Ernst zeugenden Unternehmens vor sich zu haben. Und so kann man denn diesem nationalen Werke nur die weiteste Verbreitung wünschen. E.

Morich, H.: Bilder aus der Mineralogie. Hannover und Berlin bei C. Meyer 1899.

In diesem für den Schulunterricht bestimmten Werke werden in 3 grofsen Abschnitten die wichtigsten brennbaren Stoffe und Salze, die Silikate, und die Metalle und Erze allgemeinverständlich nach ihren Eigenschaften beschrieben, und sodann wird für jedes derselben eine Menge von Angaben über das Vorkommen und die Verbreitung, über die Gewinnung und Verwendung gegeben.

Der Verfasser betont selbst, dafs er in seinen Darstellungen ein Hauptgewicht auf die Bedeutung der Mineralien im Haushalt der Natur, sowie auf ihre Beziehungen zum Menschenleben und auf ihre Stellung in Mythologie und Volksglauben, in Sitte und Sage, in Geschichte und Litteratur gelegt hat. Für Lehrer der Mineralogie an mittleren Schulen wird aus diesem Grunde das Werk um so wertvoller sein, als in Lehrbüchern der Mineralogie derartige Angaben entweder gar nicht zu finden sind oder nur gelegentlich ganz kurz eingestreut im Texte sich finden.

Giesenhagen: Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Mit zahlreichen Abbildungen. Leipzig 1899. B. G. Teubner. Preis geb. 1,15 M.

Das der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" angehörende Bändchen stellt sich die Aufgabe, in sechs, allgemein verständlich gehaltenen Vorträgen nicht nur unsere wichtigsten Getreidearten mit Berücksichtigung der Geschichte ihres Anbaues zu schildern, sondern zugleich einen Einblick in die wichtigsten Lebensvorgänge der Pflanzen zu gewähren. Dementsprechend geben die ersten drei Vorträge einen anregenden Überblick über die allgemeine Botanik und die grundlegenden Lehren der Biologie der Gewächse, während erst der vierte Vortrag auf die Getreidepflanzen hinüberleitet. Der historische, fünfte Vortrag wird durch eine Reihe von Reproduktionen alter, sich auf den Getreidebau beziehender Bilder unterstützt, während im letzten Vortrag auch die bedeutsamsten Krankheiten der Gräser auf ihre in Pilzwucherungen bestehende Ursache zurückgeführt werden. F. Kbr.

Broca, A.: La télégraphie sans fils. Paris 1899. Gauthier-Villars. Prix 3 Frs. 50 ctms.

Der Verfasser schlägt bei der Einführung in das Gebiet der drahtlosen Telegraphie einen originellen Weg ein, indem er an die gewöhnliche Telegraphie anknüpft und mit Hilfe der Betrachtung der Vorgänge in Untersee-Kabeln unter ausgiebiger Benutzung hydraulischer Analogien auf das Gebiet der elektrischen Schwingungen überführt. Populär kann man die Darstellungsweise allerdings nicht nennen, da über schwierige Fragen sehr flüchtig hinweggegangen wird und Begriffe wie Potential, Skalar und Vectorgröfse gelegentlich als geläufig vorausgesetzt oder doch nur ganz kurz und unzureichend erklärt werden. Dem ausreichend vorgebildeten Leser wird die Schrift jedoch manche interessante, neue Gesichtspunkte eröffnen. Auffallend und nur durch die Nationalität des Verfassers erklärbar ist es, dafs als Begründer der Telegraphie durch Drähte nur Lesage, Ampère und Morse genannt werden, während die Verdienste eines Sömmering, Sauss, Weber und Steinheil unerwähnt bleiben.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Himmelskunde und Weissagung.

Von Prof. **Wilhelm Foerster** in Berlin.

Unter Weissagung soll hier nicht die wissenschaftliche Vorhersagung von Himmelsvorgängen, sondern die Verkündigung künftiger Vorgänge im Menschenleben verstanden werden. Von jeher hat der Mensch danach verlangt, in die Zukunft zu schauen; von jeher war es für das ernste Nachdenken über vergangenes Geschehen ein wesentlicher Antrieb, dafs man darin Anhaltspunkte zu entdecken wünschte und vermochte, um aus der Vergangenheit auf die Zukunft zu schliefsen.

Je gröfser die wirkliche oder eingebildete Abhängigkeit des Menschen von äufseren Vorgängen in der Natur und im Gemeinschaftsleben war, desto wichtiger erschien es ihm, auf das Eintreten derselben einigermafsen gefafst zu sein. Schon bei Ereignissen von geringer Stärke des Eingriffs in des Menschen Vorstellungsleben und Schicksal wurde es mit besonderem Frohgefühl empfunden, wenn der äufsere Vorgang nicht völlig unerwartet und unverstanden in das Vorstellungsleben eindrang, sondern sofort eine mehr oder weniger vorbereitete und geordnete Stellung im Bereiche der bereits vorhandenen wohlverbundenen Vorstellungen einnehmen konnte, gemäfs einem Grundgesetze des Intellektes, welches auf eine unablässige, möglichst unwandelbare und umfassende Harmonisierung der Erscheinungen in unserem Vorstellungsleben hindrängt.

Viel mächtiger waren natürlich entsprechende Gefühle in solchen Fällen, in denen durch die äufseren Vorgänge bedrückende, schmerzliche, verletzende oder gar mit Zerstörung drohende Eingriffe in unser Empfinden und unsere Lebensbedingungen bewirkt wurden. Ein auch nur ungefähres Vorausahnen, geschweige denn ein Vorherwissen von dem Eintritte solcher Vorgänge verlieh die gröfstmögliche Klugheit, Stärke und Zuversicht bei der Abwehr, und auch in solchen Fällen,

in denen man sich ohne Aussicht auf Abwehr dem Schicksal zu beugen hatte, empfand die Seele gegenüber dem unerbittlichen Verhängnis einen Trost in dem Gefühl, dafs in dem Verlaufe der Dinge eine höhere Ordnung obwalte, durch deren auch nur teilweise Erkennbarkeit eine Art von Vorauswissen ermöglicht worden war.

Es ist einleuchtend, dafs Menschen, bei denen ein besonders nachdenklicher, gedächtnisstarker und für weitreichende Vorstellungsverbindungen begabter Intellekt sich besonders oft in Schlufsfolgerungen von dem Vergangenen auf das Zukünftige erfolgreich bewährte, ein ungewöhnlich hohes Ansehen erringen mufsten. Sie waren wohl ursprünglich die eigentlichen Weltweisen, bei denen natürlich auch die Fähigkeit zu weihevollem und ergreifendem Ausdruck ihrer Gedanken und Verkündigungen, also Redekunst und Dichtung, blühte, so dafs der Weissagende und der Dichter in alten Zeiten häufig in derselben Person vereinigt waren.

Es ist auch klar, dafs der Eindruck aller Weissagungen von Menschenschicksalen bedeutend erhöht und gesichert wurde, wenn der Weissagende zugleich die Vorgänge der Natur und ihre Beziehungen zum Menschenleben in das Gebiet seiner Verkündigungen aufnahm, und wenn seine Vorhersagungen zugleich von der Natur bestätigt wurden.

Wenn dann auch oftmals die Bestätigung im Menschenleben unvollkommen oder zweifelhaft war, so genügte es schon zur Erhaltung des Glaubens an die Weissagung, wenn auch nur die Naturvorgänge eintrafen.

Das Erkennen einfacher gesetzlicher Beziehungen in vergangenen Ereignissen und die Nutzbarmachung dieser Erkenntnis für das Vorherwissen des Künftigen war aber im Bereiche mancher Naturvorgänge im allgemeinen leichter und sicherer als im Gebiete des Schicksals der einzelnen Menschen und ihrer Gemeinschaften.

Die Annahme eines Zusammenhanges zwischen der Wiederkehr gewisser Arten von Ereignissen in der Menschenwelt und der Wiederkehr gewisser Naturerscheinungen, mit denen jene in der Vergangenheit zusammengetroffen waren, erwies sich aber als eine geeignete Grundlage der Weissagung auch dadurch, dafs die Erinnerung der Menschen an jenes frühere Zusammentreffen nicht selten wenigstens einen Teil der Stimmungen und Nebenumstände wieder herbeiführen half, unter denen sich die bezüglichen Ereignisse früher vollzogen hatten. Und auch hier kam die allgemeine Neigung, gesetzmäfsige Zusammenhänge im Weltlaufe und im Leben zu entdecken und dieselbe zur Beruhigung und Sicherung des Lebens zu verwerten, oftmals dem Erfolge der Weissagung zu Hilfe; denn notwendig mufste

diese Neigung instinktiv dazu beitragen, die Bedingungen des Eintreffens zu verwirklichen, um so mehr, als zugleich die Autorität der Weissagenden selber noch bewufster daran interessiert war, in derselben Richtung mitzuwirken.

Ich werde weiterhin zu zeigen haben, wie aus Elementen dieser Art die mächtige kulturgeschichtliche Erscheinung der astrologischen Weissagung emporwuchs. Vorher möchte ich aber noch auf gewisse Entartungen hinweisen, welche das Weissagen schon sehr früh in der Gestalt des Glaubens an die sogenannten Vorzeichen oder Omina und die Orakel erlitt.

Neben derjenigen Weissagung, welche sich auf dem Grunde echter Lebensweisheit bedeutender Männer und Frauen entwickelte und durch deren Seelengröfse meistens vor der Entartung in mystisch eitle oder gar gewinnsüchtige Wahrsagerei bewahrt blieb, hatte sich offenbar auch ein Wahrsagergewerbe entwickelt, wie es noch immer existiert, nur mit dem Unterschiede, dafs in alter Zeit auch einige von den grofsen Gemeinschaftsbildungen priesterlicher Art diesem Unfug mit anheimfielen. Die Priesterschaften auf babylonischem Boden und in Ägypten waren durch ihre konsequente wissenschaftliche Arbeit, die ersteren überwiegend auf dem Gebiete der Himmelskunde, die letzteren wohl noch mehr auf dem Gebiete der Heilkunde, vor der Entartung in die gewissenloseste Wahrsagerei behütet geblieben, obwohl die Verbindung der Weissagung mit dem astronomischen Vorherwissen von Himmelserscheinungen auch sie hart an die Übergänge zu den niedrigsten Formen der macht- und gewinnsüchtigen Prophezeiung führte.

Im alten Griechenland und Italien dagegen hatten sich die Priesterschaften (ich nenne nur die delphische, von welcher auch die altrömische einst entscheidende Traditionen empfing) fast ganz der Wahrsagerei zugewandt, während der Betrieb der wissenschaftlichen Forschung dort aus der uralten priesterlichen Organisationsform immer mehr auf einzelne freie Denker und ihre mehr oder minder freien Schulgemeinschaften überging. Der Besitz der wohlfeileren Machtmittel des Orakelwesens u. s. w. hatte z. B. in Delphi das Interesse an astronomischem Wissen derartig verkümmert, dafs von dort aus das griechische Kalenderwesen ohne jegliche tiefere Kenntnis dessen, was schon die Urvölker auf diesem Gebiete errungen hatten, in gänzlich unzureichender Weise gestaltet und betrieben wurde, was auch die ganze römische Zeitrechnung bis zu Caesar auf thörichte Bahnen führte. Bei den italischen Priesterschaften waren zudem die feineren

und geordneteren Formen der Weissagung, wie sie auch in Delphi noch mit einem Hauche edler Weltweisheit geübt wurden, fast ganz überwallt von denjenigen niedrigsten Formen orakelnden Aberglaubens, wie sie in den kindlichsten Zeiten der Kultur entstehen (Vogelflug und -ruf, Eingeweideschau der Opfertiere, Rauschen der Bäume im Winde). In sehr eigentümlicher Weise haben diese niedrigen Formen der Voraussagung ihren Ursprung in Gedankenverbindungen, welche fast entgegengesetzt sind zu den Grundlagen der gesetzmäfsigen Formen des Vorausdenkens. Gerade diejenigen Erscheinungen in der unbelebten und belebten Natur, die keinerlei einfaches Gesetz erkennen oder ahnen liefsen, wurden in besonderer Weise als Ausflüsse unmittelbarer göttlicher Lenkung erachtet, ganz ebenso, wie überhaupt die mythologische Auffassung den unerklärten, scheinbar ohne einfache Gesetzlichkeit verlaufenden Naturerscheinungen als Urgrund die freie Willkür einer göttlichen Persönlichkeit unterlegte, eine Willkür, die ihr vollständiges Abbild in der anscheinend ganz freien, keiner weiteren Erklärung bedürftig erachteten Selbstbestimmung menschlichen Thuns hatte.

Es schien alsdann nur darau fanzukommen, dafs heller blickende und erfahrenere Menschen es verstanden oder glücklich errieten, welcher Verlauf der Zukunft im allgemeinen oder auch nur für eine bestimmte Gruppe von Ereignissen durch die göttlichen Fingerzeige angedeutet war, die in jenem anscheinend ganz zufälligen Verlaufe gewisser Erscheinungen enthalten sein sollten. Es ist ja klar, dafs für diese Art der Ausnutzung gerade solche Vorgänge oder Befunde sich am meisten eigneten, bei denen die geringste Regelmäfsigkeit obwaltete, und bei denen also der Auslegung der gröfste Spielraum blieb. Für den Erfolg brauchten die Wahrsager nicht besorgt zu sein; denn je mystischer die Ansage sich gestaltete, desto mehr trug sie dazu bei, den vorausgesagten Verlauf herbeizuführen oder der Erinnerung an jedes Eintreffen das bekannte Übergewicht über die entgegengesetzten Erfahrungen zu geben.

Beispielsweise mufste ein zur linken Seite des Beobachters wahrgenommener Vogelflug (man bemerkt sofort auch die örtliche Unbestimmtheit dieses als ungünstig geltenden Vorzeichens) dazu beitragen, auch in dem mit solchem üblen Vorzeichen beunruhigten Menschen die Bedingungen des jeweiligen Verlaufes seines Thuns und Erlebens in ungünstigem Sinne zu beeinflussen u. s. w.

Ich will nun etwas näher betrachten, wie sich die Weissagung im Anschlufs an die Himmelsbeobachtung und an die allmähliche

Erkenntnis der Gesetze der Wiederkehr gewisser Himmelserscheinungen bis zu der Höhe einer grofsen Kulturmacht entwickelt hat.

Die ersten Erfolge einfachster Himmelsbeobachtung im Sinne eines Vorauswissens sind offenbar durch die Feststellung derjenigen Anzahl von Tagen erlangt worden, welche zwischen der Aufeinanderfolge zweier übereinstimmenden Phasen der Lichtgestalt des Mondes enthalten waren. Man vermerkte, etwa auf Holz oder Stein, wieviel Mal der Untergang oder der Aufgang der Sonne wiedergekehrt war bis zu der Wiederkehr z. B. des ersten Mondviertels oder des Vollmondes. Es ergab sich sofort, dafs diese Zahl ungefähr 29 betrug. Bei etwa zehnmaliger Wiederholung dieser Zählungsoperation konnte, ja mufste man schon finden, dafs das Zeit-Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden gleichen Lichtgestalten des Mondes etwas gröfser als 29 war; denn die Anzahl der Tage zwischen dem Zeitpunkt der zuerst beobachteten Phase und der Beobachtung ebenderselben nach zehnmaliger Wiederkehr wurde um etwa 5 bis 6 Tage gröfser gefunden als 10 mal 29; also war unter der Voraussetzung ganz regelmäfsiger Wiederkehr jede einzelne Zwischenzeit zwischen zwei aufeinander folgenden übereinstimmenden Lichtgestalten etwas gröfser als $29\frac{1}{2}$ Tag.

Hieraus ergab sich sofort die kalendarische Einrichtung, dafs man für die Dauer des Lichtmonats (mit welchem Namen wir jetzt das bezügliche Zeit-Intervall bezeichnen) abwechselnd 29 und 30 Tage annehmen und dadurch eine Zeitlang ziemliche Übereinstimmung zwischen den kalendarischen Zählungen voller Tage und der Wiederkehr derselben Erscheinung erreichen konnte.

Nach mehreren hundert Wiederholungen jener allmonatlichen Tageszählungen ergab sich, dafs diese Anordnung auch noch nicht hinreichend genau war, dafs man nämlich innerhalb der Zeitdauer von je 360 Lichtmonaten nicht mit der 180 mal alternierenden Aufeinanderfolge von einem Monat zu 29 und einem Monat zu 30 Tagen ausreichte, sondern vielmehr im ganzen 191 Monate zu 30 Tagen und nur 169 Monate zu 29 Tagen anordnen mufste, also an elf bestimmten Stellen statt der kleinen Monate zu 29 Tagen auch grofse Monate zu 30 Tagen einzusetzen hatte, um mit dem Verlaufe der Mond-Erscheinungen in Übereinstimmung zu bleiben.

Durch eine solche jetzt noch in den Ländern des Islam übliche Anordnung einer Schaltperiode von 360 Monaten wurde aber diese Übereinstimmung für mehrere tausend Monate bis auf die Genauigkeit von Bruchteilen des Tages gesichert, so dafs man auch für diesen

ganzen Zeitraum den Eintritt der für den Verkehr so wichtigen hellen Mondnächte mit aller Sicherheit ansagen konnte.

Zugleich konnte man aber durch längere, in ganzen Generationsfolgen regelmäfsig aufgezeichnete Beobachtungen dieser Art feststellen, dafs die Erscheinungen selber, also hier die Lichtgestalten des Mondes, mit einer sehr grofsen Beständigkeit und Regelmäfsigkeit nach obigen Zählungsgesetzen wiederkehrten. In der That betragen die Schwankungen der wirklichen Dauer eines Lichtmonats im Durchschnitt nur wenige Zehntel eines Tages.

Ich habe das obige, offenbar sehr früh von der Menschheit gewonnene astronomische Ergebnis etwas ausführlicher erörtert, weil es ein Beispiel für das entsprechende Verfahren bei der Lösung der anderen kalendarischen Aufgaben, überhaupt bei der fortschreitenden Erkenntnis der einfachen Gesetzmäfsigkeit der himmlischen Erscheinungen darbietet.

Zu solchen ordnungsmäfsigen, längere Zeit hindurch stetig fortgesetzten Zählungen und Aufzeichnungen wurden die Menschen nicht etwa blofs durch die Wifsbegierde einzelner, besonders in dieser Richtung begabter Individuen, sondern auch schon sehr früh durch erhebliche Interessen des Gemeinschaftslebens veranlafst. Ich habe oben schon angedeutet, dafs die Wiederkehr der hellen Mondnächte, deren Gipfelpunkt die Vollmondszeit bildet, auch von sozialer Bedeutung war. Um die Zeit dieser hellsten Mondnächte wurden mit Vorliebe gröfsere Wanderungen angesetzt, besonders in jenen Klimaten, in denen die grofse Tageshitze anhaltende körperliche Bewegung erschwerte oder gar untersagte. Abreden zu solchen Wanderungen mit gemeinsamen Zielen, z. B. zu F e s t v e r s a m m l u n g e n an gemeinsamen Heiligtümern oder zu gemeinsamen Kriegs- und Jagdzügen zu Lande und zu Wasser, verlangten natürlich im voraus feste Bestimmungen, für welche es einer um so gesicherteren Kenntnis des Zeitverlaufes der an beliebig vielen Orten gemeinsam wahrzunehmenden Himmelserscheinungen bedurfte, auf je längere Zeit hinaus solche Abreden, überhaupt irgend welche Terminbedingungen für Verkehr und Arbeit der Menschen oder für Abmachungen im Gebiete von Leistungen oder Verpflichtungen gelten sollten.

In ähnlicher Weise wie die Monatsdauer wurde auch schon sehr früh das Sonnenjahr durch die Beobachtung der Wiederkehr bestimmter Stellungen der Sonne zum Horizonte und zum Himmels-Pol in feste Beziehungen zu einer vollen Anzahl von Tagen gebracht, wobei die zuerst erkannten Gesetze für die Monatsdauer und die Zählung der Monate schon eine wesentliche Hilfe bildeten, ebenso wie der Mond

auch dazu half, die Wiederkehr einer und derselben Stellung der Sonne zu den Sternbildern, die in der Nähe ihrer scheinbaren Bahn am Himmel lagen, überhaupt ihre jeweilige Stellung am Himmel zu erkennen. Noch bevor man aber lotrechte Schattensäulen errichtete und die mittäglichen Schattenlängen in wagerechter Fläche mafs, hatte man übrigens schon die Wiederkehr der Zeitpunkte, in denen der Aufgang oder der Untergang der Sonne an einer bestimmten, durch sehr entfernte Gegenstände deutlich zu markierenden Stelle des Horizontes erfolgte, ziemlich leicht mit der Genauigkeit von wenigen Zehnteln des Tages zu beobachten vermocht. Hierdurch aber konnte man schon in wenigen Zehnern von Sonnenjahren die Länge des Jahres bis auf noch kleinere Bruchteile einer Tageslänge ermitteln und zugleich dieselbe Überzeugung, wie beim Monat, von der einfachen Gesetzmäfsigkeit und Stetigkeit auch dieses himmlischen Bewegungsvorganges erlangen. Es darf uns deshalb gar nicht wundern, dafs wir schon vor mehreren Jahrtausenden in Ostasien und wohl auch in Babylon und Ägypten die Kenntnis der Jahreslänge von 365 $^1/_4$ Tagen vorfinden, welche noch zu Julius Caesars Zeit als die Grundlage der vierjährigen Schalt-Einrichtung des „julianischen" Kalenders angenommen wurde. Nach der besten, damals schon bekannten Bestimmung der Länge des Sonnenjahres durch den griechischen Astronomen Hipparch (140 v. Chr.) konnte der Fehler dieses Kalenders erst in 300 Jahren auf einen Tag anwachsen und zwar in dem Sinne, dafs 300 genaue Sonnenjahre hinter 300 julianischen Jahren zu je 365 $^1/_4$ Tagen um einen Tag zurückblieben, während in Wirklichkeit nach unseren besten jetzigen Bestimmungen je 400 genaue Sonnenjahre hinter je 400 julianischen Jahren um je 3 Tage zurückbleiben, was jetzt durch die gregorianische Kalender-Reform vollständig beseitigt ist.

Ich habe hiermit die beiden Grundformen der astronomischen Erkenntnis des Verlaufes der grofsen Himmelserscheinungen und damit zugleich die chronologischen Grundlagen aller anderen Vorausberechnungen und Verkündigungen von Himmelserscheinungen in ihrer einfachen Entwickelung dargelegt. Zu diesen chronologischen Grundlagen gehörte auch der gleichzeitig geführte Nachweis der Beständigkeit der Länge des Tages.

Es bedurfte zur Feststellung dieser Grundlagen keiner grofsen Gelehrsamkeit und Technik, sondern nur einer gewissen Stetigkeit der Intellekte und solcher Gemeinschaftseinrichtungen, welche die soziale und wissenschaftliche Verbindung und Verwertung der Arbeiten ganzer Generationen hinreichend sicherten.

Die Frage, wann und wo zuerst jene beiden Grundlagen astro-

nomischer Erkenntnis und chronologischer Ordnung zum klaren Bewufstsein und zur mafsgebenden Anerkennung innerhalb leitender Kreise der Menschenwelt gelangt sind, kann zur Zeit nur sozusagen dichterisch, nämlich mit Legenden und Ahnungen beantwortet werden.

Weder Ägypten (das Ein-Strom-Land), noch das Zwei-Strom-Land mit Babylon als Mittelpunkt, noch Indien (das Fünf-Strom-Land), noch China können als die ältesten Stätten jener ersten astronomisch-chronologischen Erkenntnis und Ordnung betrachtet werden, am wenigsten Indien, wo die Menschenseelen mehr nach innen als nach aufsen gewendet waren und daher Ethik, überhaupt Philosophie, sowie Mathematik früher und reicher blühten als Naturerkenntnis. Ägypten, Babylon und China könnten, nach den uns bekannten Überlieferungen, wohl jedes für sich jene erste Stufe erreicht haben; indessen sind so viele Spuren uralter Zusammenhänge jener alten Kulturstätten miteinander und so viele Hinweise auf noch ältere gemeinsame Quellen eines noch höheren astronomischen Wissens vorhanden, dafs uns zur Zeit die gröfste Zurückhaltung des Urteils über Prioritätsfragen und dergl. auf diesem Gebiete auferlegt ist. In den Jahrtausenden bereits urkundlicher Geschichte und zumal in dem hellen Tageslichte zur Zeit des Antrittes der astronomischen Erbschaft der Urvölker von Seiten der griechischen Geistesarbeit steht Babylon da als der Mittelpunkt und wirklich wie ein Gipfel oder „Turm“ der kosmischen Erkenntnis-Arbeit des Ur-Altertums. Aber in Ostasien (China), welches jedenfalls mit Babylon und den daselbst der astronomischen Forschung stetig waltenden Priesterschaften in Verbindung gestanden hat, sind doch die deutlichsten Spuren von einer dort schon als uralt betrachteten und schon wie etwas Selbstverständliches gesicherten sozialen Geltung einiger astronomischen Forschungsergebnisse vorhanden, denen wir am Schlusse der babylonischen Entwickelung begegnen. Das spätere China selber hat dann dieser „uralten“ Erkenntnis gar nichts Wesentliches mehr hinzugefügt. Die chinesische Kultur steht in Ehrfurcht vor diesem Erbteil der Vergangenheit da, mit pietätvoll rückwärts gewandtem Antlitz im „heiligen Kultus der Vorfahren“.

Diese Erbschaft aber hat noch erheblich mehr umfafst als die oben erörterten Grundlagen der astronomisch-chronologischen Erkenntnis, nämlich einerseits die Entdeckung der für die alte Chronologie überaus wertvollen, sogenannten goldenen Zahl 19, d. h. des 19jährigen Cyklus, nach welchem mit grofser Regelmäfsigkeit immer wieder dieselben Lichtgestalten und Stellungen des Mondes in denselben Zeit-

punkten des Sonnenjahres wiederkehren, und andererseits die Entdeckung der für die astronomische Weissagung geradezu unschätzbaren Periode von etwas mehr als 18 Jahren, genauer 6585 Tagen 7 Stunden, nach deren Ablauf die Mondfinsternisse stets genau in derselben Reihenfolge und Gröfse wiederkehren und auch für die Ansage der Sonnenfinsternisse, besonders der sehr grofsen und eindrucksvollen, die Wiederkehr gewisser zeitlicher und räumlicher Annäherungen eintritt.

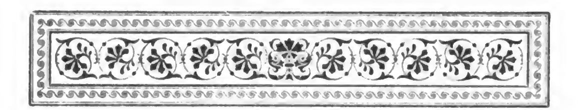
Auf jene vier ersten Hauptergebnisse der astronomisch-chronologischen Erkenntnisarbeit (die Monatslänge, die Jahreslänge, die 19-jährige Periode des Zusammentreffens einer vollen Anzahl von Monaten und von Jahren, und die Finsternis-Periode von 6585 Tagen 7 Stunden) ist im alten China offenbar schon viele Jahrtausende v. Chr. ein staatlich geordneter chronologischer Dienst und zugleich eine konsequente Voraussagung der Finsternisse begründet worden; denn schon für die Zeit um 2300 v. Chr. finden wir die Kunde von Vorgängen, welche erkennen lassen, dafs die Voraussagung der Finsternisse bereits als ein wesentlicher Teil der öffentlichen Ordnung und der soliden Wirksamkeit des Staatswesens angesehen wurde. Es wurden um jene Zeit zwei Astronomen hingerichtet, welche in jenem Dienste ihre Schuldigkeit nicht gethan hatten.

Insbesondere zu der Entdeckung der Finsternis-Periode hatte aber zweifellos eine Dauer stetiger astronomischer und chronologisch-statistischer Arbeit, wenn auch von einfachster intellektueller Art, gehört, welche wir, von ihren elementaren Anfängen beginnend, auf viele, viele Jahrtausende schätzen müssen. Zugleich aber hatten zur Erhaltung der Stetigkeit jener Arbeit, wenigstens in ihren Anfängen, wo sie noch keine Macht war, soziale und staatliche Zustände gehört, für welche in jenen Zeiten weder Ostasien noch das Zwei-Strom-Land als ein möglicher Schauplatz gelten kann.

Ich will diese Rätselfragen hiermit verlassen und jetzt die grofse Macht und Bedeutung zu schildern versuchen, welche die Anwendung jener Finsternis-Periode im Sinne des Vorauswissens dieser ergreifenden Himmelserscheinungen den Wissenden einbrachte.

Diese Machtstellung wurde natürlich auch zu einer wesentlichen Förderung der astronomischen Erkenntnisarbeit. Wir werden aber sehen, wie sie zugleich durch die Entwickelung der astrologischen Weissagungskunst, zu der sie fast mit Notwendigkeit hinführte, eine Ursache schmerzlichster Verdüsterungen der Kultur-Entwickelung wurde.

(Fortsetzung folgt.)



Der Kampf um die Gesundheit im XIX. Jahrhundert.

Von Geh.-Rat Prof. **Rubner** in Berlin.

Die Ernährung.

Die prosaischste Frage im Menschenleben ist die Frage, wie sollen wir essen? wie sollen wir trinken? und doch ist die Ernährung eine wichtige Triebfeder für die Handlungen des einzelnen wie der Nationen. Im Leben der Tiere tritt der Ernährungstrieb in ganz anderer Weise zu Tage wie beim Menschen; beim Kulturmenschen wird er verdeckt durch die eigenartige Ausbildung und Differenzierung unseres Lebens, beim Nomaden beherrscht die Nahrungsgewinnung noch das ganze Handeln des einzelnen. Der Kulturmensch beschäftigt sich nicht mehr mit der Arbeit der Jagd, um sich seine Nahrung selbst einzufangen und sein Wild zu erlegen; er verzichtet auf diese „Jagdarbeit“ und verwendet seine Kraft für andere Aufgaben, erwirbt mit Geistesarbeit oder körperlicher Arbeit Güter, um sie gegen Nahrung auszutauschen, welche andere erwerbsmäfsig produzieren. So erscheint dann die Art des Lebensberufs selbt als der Zweck, um dessentwillen man sich müht. Manchem dünkt es als ein ganz müfsiges Ziel, über Wert, Aufgabe und Art der Ernährung des Menschen nachzudenken, und viele Gebildete vermögen den Wert nicht zu fassen, welchen etwa die wissenschaftliche Erkenntnis der Ernährung haben könnte.

Viel entwickelter ist das Verständnis für den Wert der Tierernährung; hier hat auch der Staat eingesehen, wie wichtig die Hebung der Kenntnis über die Futterlehre für die rationelle Tierwirtschaft sich gestaltet. Man weifs mit möglichst billigen Mitteln ein Tier zur Mast zu bringen oder die Milchproduktion zu heben. Wissen schafft hier Erwerb und Nationalvermögen.

Für die menschliche Ernährung sucht man vergeblich nach einem ähnlichen Verständnis; auch der Staat verhält sich so gut wie ganz indifferent. Und doch handelt es sich bei der menschlichen Ernährung um weit wichtigere Dinge, als die Interessen der tierischen Fleischmast und Milchproduktion es sind. Die Ernährung bedeutet für

den Menschen Leistungsfähigkeit, sie bedeutet Leben und Gesundheit, sie bietet die Mittel, Fehler der Geburt auszugleichen, den Schwächlichen und Minderkräftigen in seiner Gesundheit zu heben, in den wichtigsten Wachstumsperioden die materielle Unterlage für vollendeten Ausbau des Körpers zu geben. Sie ist aber auch zum Mittel geworden, welches in der Krankenbehandlung und Krankenheilung wichtige und täglich mehr anerkannte Vorteile bietet.

Die Ernährung liegt vielfach auch bei den Gesunden im Argen, weil man sich meist nur von Instinkt und Gewohnheit leiten läfst und den Wert rationellen Wissens noch nicht erkannt hat. Dieses Wissen aber vermag eine sonst profane Sache zu veredeln. Von einer rationellen Ernährung hängt die körperliche Entwickelung der Nation, also ihre Kriegstüchtigkeit ab. Wenn die Nahrung schlecht und ungenügend ist, heben manche Krankheiten, die man längst vergessen glaubt, wieder ihr Haupt, besonders typhöse Erkrankungen und die Ruhr. Die Schwierigkeiten, welche dem in den Tropen vordringenden Europäer sich entgegenstellen, sind zum grofsen Teil Folgen ungewohnter und unrationeller Ernährung.

Wie Unzählige wissen nicht, dafs ihre geschwächte Gesundheit auf habituellen Ernährungsfehlern beruht. Wie manchen schädigt weniger sein Beruf als die unzweckmäfsige Ernährungsweise an der Gesundheit. Man klagt über schlechte Zeiten und mangelnde Ernährung, wo nichts anderes fehlt als Bildung und Wissen. Und welch' eine Fülle von Voreingenommenheiten und falschen Lehren treten dem Wissenden tagtäglich entgegen. Wer hat auf diesem Gebiete eine wirkliche Erziehung genossen. Schlechte Gewohnheiten sind eingewurzelt im Volk, schaden ihm und schwächen es.

Wie häufig hat das Kind, das noch nicht selbst entscheiden kann, mütterlichen oder väterlichen Unverstand zu tragen und mit seinem Leben zu bezahlen. Nur Eines hat bis jetzt Eindruck gemacht; das ist die kosmetische Seite der Ernährung, der Kampf gegen das Dicksein, die Neigung zur schlanken Figur. Hunger und Durst und instinktives Verlangen treiben Mensch und Tier, sich mit Nahrung zu versehen, aber es sind uns die Gründe für unser Handeln früher vollständig verborgen gewesen. Was dem Menschen in der Ernährung frommt, trifft im Durchschnitt die Masse ja sehr wohl, aber nicht eigenes Verdienst und eigene Kenntnis spielen dabei die Hauptrolle, sondern der in seinen Grundwahrheiten von der Natur streng verborgene Nahrungstrieb.

Die Grundpfeiler der Erhaltung des Menschengeschlechts konnten bei dem Menschen ebensowenig wie bei dem Tier erst der sich entwickelnden Vernunft vorenthalten bleiben.

Die wissenschaftliche Ernährungslehre ist auch ein Kind der Neuzeit, wenn schon die Anfänge auch dieser Forschung bis an die Schwelle des XIX. Jahrhunderts zurückreichen. Zu Ende des XVIII. Jahrhunderts, kurz vor dem Hereinbruch der französischen Revolution, ist die wissenschaftliche Ernährungslehre geboren. Die Entdeckung der Lebensluft (Sauerstoff) durch Priestly 1774 und Scheele 1775 führte unmittelbar zu einer völligen Umwälzung der Anschauungen auf dem Gebiete des ganzen öffentlichen Lebens. Schon 1775 trat Lavoisier mit einer neuen Theorie auf, welche die Verbrennung als einen Vorgang der Verbindung des Sauerstoffs mit den verbrennlichen, meist Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltenden Substanzen auffafste. Der früher von Stahl zur Erklärung der Verbrennungsprozesse herangezogene Feuergeist verschwand mit einem Male aus den Vorstellungen. Für Lavoisier war aber von der Erkenntnis der Rolle des Sauerstoffs im Verbrennungsprozefs der Kohle, des Holzes bis zur Erkenntnis, dafs der Sauerstoff auch bei der Atmung der Menschen und aller Lebewesen von allerhöchster Bedeutung sei, dafs er, gleich der Luft in dem Ofen, aus der Atemluft entnommen und im Körper verbraucht werde, nur ein Schritt; er war es, der zuerst bewufst und gestützt auf seine vorzüglichen Untersuchungen den Ausspruch wagte, das Leben sei ein Verbrennungsprozefs, die Atmung also gewissermafsen der Blasebalg, der die innere Glut anzufachen bestimmt sei, und unsere Eigenwärme das Produkt der stillen, sonst unmerklichen Verbrennung in unserem Innern. Was man verzehre, das sei der Kohle des Ofens vergleichbar, bestimmt, in die gleichen Endprodukte zu zerfallen, wie die Stoffe bei der mit Licht- und Feuererscheinung zerstörten Materie. Wir verdanken Lavoisier die ersten eingehenden und grundlegenden Versuche über den Atmungsprozefs und neben Crawford auch die ersten bedeutungsvollen Experimente über die Mengen der von Tieren erzeugten Wärme. Unser ganzes vergangenes Jahrhundert ist gewissermafsen dem Ausbau dieses gewaltigen Grundgedankens gewidmet gewesen, und wenn auch die Wege bisweilen weit ab von diesem Grundproblem zu gehen schienen, so sind sie schliefslich wieder dahin zurückgekehrt. Die Lavoisiersche Hypothese hat aber keineswegs den Beifall gefunden, welchen man hätte erwarten sollen, dazu war sie viel zu kühn aufgebaut, und die Schwierigkeiten waren zu

grofs, das Leben ohne weiteres nach der Verbrennungshypothese zu erklären. In erster Linie fehlte es zunächst überhaupt an genügenden Vorstellungen über die Nahrungsmittel selbst. Wie waren sie aufgebaut?

So sehen wir zu Beginn des XIX. Jahrhunderts, man kann sagen, die Chemiker der ganzen Welt an der Arbeit, die Zusammensetzung der Nahrungsmittel und Getränke festzustellen. In der ersten Zeit mufste man sich genügen lassen, die elementare Zusammensetzung derselben zu erkennen. Schon dabei zeigten sich wesentliche Verschiedenheiten. Die Anzahl der Elemente, welche sich zu Nahrungsstoffen fügen, ist nicht grofs, aber fast alle enthalten Verbrennliches. Die einen bestehen neben Sauerstoff aus Kohlenstoff und Wasserstoff, bei anderen kam auch das Element Stickstoff in erheblicher Menge neben kleinen Mengen anderer Elemente vor.

Neben der Feststellung der elementaren Zusammensetzung suchte man bereits die Nahrungsmittel in einzelne Bestandteile, in ihre Gemengteile zu zerlegen. Man erkannte, dafs sie meist gar nichts Einheitliches seien, sondern manchmal aus recht vielen einzelnen Verbindungen sich aufbauten.

Die elementare Zusammensetzung der Nahrungsmittel haben namentlich zuerst Gay-Lussac und Thenard studiert, wie z. B. bei dem Fleisch und dem Ei, ferner Braconnot, Chevreuil, Berzelius. Es waren aber auch nur die ersten Anfänge des Wissens; völlig unaufgeklärt blieb es, ob etwa den verschiedenen Substanzen ein verschiedener Wert zuzumessen sei.

Die ärztlichen Kreise wurden von den neuen Anschauungen noch wenig berührt. Nicht dafs man etwa für Speiseordnungen mangelndes Interesse gehabt hätte, im Gegenteil, es wurde auf eine richtige Diät viel Wert gelegt; man war aber noch in anderen Anschauungen befangen. Den einzelnen Nahrungsmitteln legte man einen ganz bestimmten gesundheitlichen Wert bei; man glaubte, dafs den Speisen eher wie den Medikamenten, von denen man damals einen reichlichen Gebrauch machte, sehr komplizierte Funktionen zukämen.

Die Verbrennungstheorie Lavoisiers, die anfänglich so viel Interesse in Anspruch genommen, trat mit der Erweiterung der physikalischen und chemischen Kenntnisse des Tierkörpers immermehr in den Hintergrund; den Zweck der Ernährung fafste man in den 30er Jahren wesentlich als einen Wiederersatz der im Lebensprozefs zerstörten Teile unseres Körpers auf. Die chemische Natur der Nahrung trat mehr in den Vordergrund, ihre physikalischen

Kräfte, wie die Wärme, die sie im Organismus lieferte, trat so gut wie völlig zurück.

Durch Untersuchungen des Tierleibes und der Nahrungsbestandteile hatte man erfahren, dafs die Nahrung, wenn auch äufserlich so verschieden, doch sehr häufig ganz ähnlich zusammengesetzt ist, wie der Körper selbst, ja auch in den Pflanzen fand man zu dem gröfsten Erstaunen auch wieder solche Verbindungen, wie sie bei den Tieren vorkommen. Besonders den Untersuchungen Mulders und J. von Liebigs hat man es zu danken, einen tieferen Einblick in die Zusammensetzung tierischer und pflanzlicher Eiweifsstoffe gethan und damit die Identität beider erkannt zu haben. Hierdurch wurde das Rätsel gelöst, dafs so differente Dinge wie das Fleisch, welches der Fleischfresser geniefst, und das Heu, das der Pflanzenfresser verzehrt, doch schliefslich beide zum Aufbau des Körpers dienen können. Aber man machte sich über den Wert der einzelnen Stoffe, wie Eiweifs, Fett und Stärkemehl, doch recht unvollkommene Vorstellungen und hielt sie wohl auch zum Teil für ganz gleichbedeutend und eben als Ersatzmittel des zu Verlust Gehenden.

Eine wichtige Einteilung der Nahrungsstoffe verdanken wir zuerst Proust, der im Jahre 1827, von der Zusammensetzung der Milch ausgehend, Zucker, Fett, Eiweifs als besondere Gruppen unterschied, wie wir dieses auch heutzutage noch thun. Nachdem man früher der Vorstellung nicht abgeneigt war, es möchte ein einheitliches ernährendes Prinzip in allen Nahrungsmitteln und Getränken enthalten sein, sah man sich plötzlich mehreren, auch nach ihren chemischen Eigenschaften grundverschiedenen Körpergruppen gegenüber.

Indem man die Nahrungsstoffe als Mittel des Wiederersatzes des durch Reize und anderweitig zu Verlust gehenden Körpermaterials auffafste, bildete sich allmählich nach dieser Wiederersetzungstheorie auch der Gedanke aus, dafs die organischen Stoffe, welche in ihrer Zusammensetzung dem Tierleib nahestehen, auch geeignet zum Ersatz seien. Eiweifsstoffe, Faserstoff, Käsestoff, Gallerte, Osmazom, waren nach dieser Auffassung also nahrhafter als die Pflanzenspeisen.

Einen gewissen und bedeutungsvollen Wendepunkt in den Anschauungen brachte das vierte Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts, dadurch, dafs man begann, durch direkte Prüfung und Verfütterung einzelner Stoffe und Nahrungsmittel zu studieren, welchen Nährwert sie hätten. Besonders wichtig waren Magendies Experimente mit

stickstofffreien Stoffen, wobei er fand, dafs es unmöglich sei, mit ihnen allein das Leben zu erhalten.

Das zweite wichtige Ereignis dieser Periode hängt mit dem Eingreifen Liebigs zusammen, welcher zuerst (1842) eine Theorie der Ernährung schuf und dadurch ungemein befruchtend auf die Weiterbildung und das Interesse für Ernährungsfragen wirkte. Durch rein theoretische Betrachtungen und ohne direkte Experimente, nur durch ungemein scharfe Schlufsfolgerungen aus chemischen Thatsachen glaubte er, der Ernährungslehre ein neues Fundament zu geben. Besonders haben seine chemischen Briefe (1851) zur allgemeinen Verbreitung seiner Lehren viel beigetragen und ungeheuren Einflufs geübt.

Liebig nahm an, es würden durch die Arbeit der Menschen und der Tiere stickstoffhaltige Materien im Körper zerstört, und demnach sei das Eiweifs der Nahrungsstoff, der zum Wiederersatz dieses „Stoffwechsels“ unbedingt erforderlich sei. Die Ursache der Zerstörungen des stickstofffreien Stoffes war nach seinen Anschauungen der Sauerstoff, welcher, indem er Fette und Kohlehydrate zerstöre, zugleich die Quelle der Wärme sei. Die Zerstörung der Eiweifsstoffe liefse sich aus den im Harn austretenden stickstoffhaltigen Umsetzungsprodukten messen, und diese seien also ein Ausdruck des Stoffwechsels.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, war somit das Eiweifs der bedeutungsvollste Stoff, und die Wertbemessung der Nahrungsmittel wurde daher geradezu nach dem Eiweifs- oder Stickstoffgehalt der Nahrungsmittel vorgenommen, woraus dann die sogenannte Nutritionsscala von Boussingault 1838, Schlofsberger 1847, Horsford u. s. w. entstanden.

Als man aber in den nächstfolgenden Jahren an die weitere experimentelle Prüfung der Liebigschen Ernährungslehre ging, sah man, dafs sie in vielen wesentlichen Punkten nicht haltbar sei.

Seit den 60er Jahren nehmen die Experimente einen immer breiteren Raum auf dem Gebiet der Ernährungslehre ein. Namentlich waren es die Arbeiten von Voit, sodann von Voit und Pettenkofer, welche den Wert sowie die Bedeutung der einzelnen zur Ernährung dienenden Stoffe näher erkannten und die Methoden zur Erforschung dieses Gebietes erst geschaffen haben. Es wurde ganz zweifellos erwiesen, dafs die Arbeit nicht in erster Linie den Verbrauch der eiweifsartigen Stoffe beim normalen Menschen, sondern gerade die Fette und die Kohlehydrate trifft, dafs die Ernährung nur nach bestimmten Gesetzen erfolgt, dafs sie

zwar nie mit stickstofffreien Stoffen ausgeführt werden kann, wohl aber mit Mischungen von stickstoffhaltigen und stickstofffreien nach bestimmtem Verhältnis: dafs die anorganischen Stoffe zwar auch wichtige Nahrungstoffe seien, dafs aber doch der Zusammenhang zwischen dem Wert der Nahrungsstoffe und den Salzen nicht so eng gezogen werden könne, wie es Liebig gethan hatte.

Auch der zweite Teil der Liebigschen Lehre, nach welcher der Sauerstoff der Luft und dessen Aufnahme die Zerstörung der stickstofffreien Stoffe vermittle, mufste fallen gelassen werden. So notwendig der Sauerstoff zum Leben ist, spielt er doch nur ein Glied in dem ganzen Lebensvorgang. Die Möglichkeit, dafs die Nahrungsstoffe in unserem Leibe bei Gegenwart von Wasser und mäfsiger Temperatur zerfallen und verbrennen, geben nur die lebenden Bestandteile unseres Körpers, indem sie das molekulare Gefüge der Nahrungsstoffe lockern. Die zerfallende Materie zieht den Sauerstoff an sich und löst sich dann in die Endprodukte auf.

Durch die Untersuchungen Pettenkofers und Voits wurde der Ernährungslehre ein praktisches Ziel gegeben und sie dem allgemeinen Dienste der Menschheit nutzbar gemacht. Wir wissen jetzt, wieviel von einzelnen Nahrungsstoffen zum gesunden Leben unbedingt gehört, wir wissen, wie verschiedene Berufsklassen sich in ihrer Ernährung einrichten sollen, was dem Soldaten, dem Kranken, dem Gefangenen als Mindestforderung zugebilligt werden mufs.

So entstand die Ernährungslehre, welche das Ernährende in einer bestimmten Menge von Stoffen sieht, über deren chemischen Umsatz der normale Organismus entscheidet. Die Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung lag jetzt in der Auffindung der für verschiedene Lebensverhältnisse notwendigen Nahrungsstoffe.

Seit zwei Jahrzehnten hat sich aber, gestützt auf die Untersuchungen des Verfassers, wieder ein Umschwung in den Anschauungen vollzogen; die rein „stoffliche" Ernährungstheorie hat einer allgemeinen, weiter ausgreifenden Theorie, welche auch die physikalischen Eigenschaften der organischen Nahrungsmittel mit berücksichtigt, Platz gemacht.

Unzweifelhaft giebt es für die Ernährung der Individuen nicht eine einzig und allein anzuwendende Ernährungsform. Auf eine so enge Formel hat die Natur ihre Lebewesen nicht eingeschworen. Ohne dafs man im geringsten in den Lebensfunktionen der Tiere oder der Menschen eine Änderung wahrnimmt, kann man bald das Eiweifs, bald das Fett, bald auch Stärkemehl u. s. w. in der Kost

überwiegen lassen. Eiweifs kann man zwar nie ganz entbehren, aber man kann es, wofür Verfasser Beispiele lieferte, zeitweise auf minimale Mengen herabdrücken. Das Gleiche gilt für den arbeitenden Organismus; ein fleischfressendes Tier kann bei ausschliefslicher Eiweifskost Arbeit leisten, aber eben so gut kann man bei Kohlehydratfütterung (Stärkemehl, Zucker u. s. w.) die gleichen Leistungen sehen. Eiweifs, Fett, Kohlehydrate ersetzen sich also hinsichtlich der Lebensunterhaltung in den weitesten Grenzen; im Leben der einzelnen Tiere spielt bald das eine, bald das andere Regime eine Rolle.

Was giebt dem Organismus die Möglichkeit, bald mit dem einen, bald mit dem anderen Nahrungsstoff zu schalten?

Für das Leben kommen von den im Körper zerstörten organischen Nahrungsstoffen die ihnen innewohnenden Kräfte zur Verwendung; es vertreten sich demnach die Nahrungsstoffe organischer Natur innerhalb gewissen Grenzen nur dann völlig, wenn sie dem Körper gleichen Kraftvorrat zubringen. Den Kraftvorrat einer Verbindung bemessen wir nach der Wärmeentwickelung, welche sie bei der betreffenden chemischen Umsetzung liefert; da die Stoffe in unserem Leibe der gleichen Umwandlung anheimfallen wie bei einer Verbrennung, so giebt die „Verbrennungswärme“ zugleich den Ausdruck für den Kraftinhalt, mit anderen Worten, die Nahrungsstoffe organischer Natur vertreten sich innerhalb der geltenden Grenzen in denselben Mengen, in welchen sie Wärme liefern.

Ja, der Lebensvorgang selber ist keine Verbrennung, und doch mufs eine Verbrennung unterhalten werden, um die lebende Substanz bestehen zu lassen.

Wie die Blattgrün führende Zelle in den Pflanzen der Zufuhr der Sonnenstrahlung, also äufserer Kräfte bedarf, um ihre spezifische Arbeit leisten zu können, so erhält die tierische Zelle die Energie des sich zersetzenden Nahrungsmaterials übermittelt und durch diesen steten Kraftbedarf unterscheidet sich das Lebendige vom Toten. Indem man nunmehr weifs, inwieweit chemisch verschiedene Nährstoffe gleichartig sind, lassen sich auch die Fragen der Ernährungslehre unter einheitliche Gesichtspunkte bringen.

Niemals aber dürfen wir vergessen, dafs der Organismus kein Ofen ist, in den man beliebig an Brennmaterial hineingiebt, denn neben den Funktionen der Wärmelieferung kommt unabweislich der Stoffersatz in Betracht.

Unsere Nahrung mufs „Asche“ enthalten, und sie mufs unter

allen Umständen auch echte Eiweifsstoffe enthalten, wenn eine normale Ernährung eintreten soll.

Die praktische Ernährung ist noch weit komplizierter, weil alles Nährmaterial durch die Verdauung vorbereitet werden mufs. Was dem Magen und Darm nicht behagt, hat auch keinen Nährwert.

Indem man nunmehr weifs, inwieweit chemisch verschiedene Stoffe gleichwertig sein können, lassen sich auch in die Ernährungslehre weitere einheitliche Gesichtspunkte bringen. Die Wärmelehre, d. h. die Lehre über die Wärmeerzeugung der Organismen, die so lange als etwas für sich Stehendes angesehen und gelehrt wurde, tritt plötzlich wieder in einen ungeahnt nahen Konnex zur Ernährungslehre; beide hängen ursächlich und prinzipiell miteinander aufs innigste zusammen.

Der Begriff „Kraftkonsum" erlaubt uns, unter verschiedenen Umständen zu summieren, was an nährenden Stoffen zusammengenommen verbraucht worden ist, und auszudrücken, mit welcher Summe von Kräften das Leben unterhalten wird. So kann man den Menschen, was seine Ernährung anlangt, unter den verschiedensten Lebensverhältnissen studieren, aus der Vielheit der einzelnen Erscheinungen Gesetze ableiten.

Man hat sich natürlich nicht genügen lassen, die wissenschaftliche Erforschung nur nach der Richtung einer theoretischen Lösung der Grundprobleme zu suchen. Man hat seit fast 30 Jahren Erfahrungen über die praktische Ernährung der unter verschiedenen Berufen und Lebensbedingungen thätigen Menschen gesammelt, die Ernährung in allen Klimaten einer Prüfung unterzogen. So besteht zwischen Theorie und Praxis auch der nötige Zusammenhalt.

Aber es gehören zur praktischen Ernährung noch viele andere Kenntnisse: über die Ordnung der Reihenfolge der Speisen, der Kombination und Kochweise derselben, ihre Verdaulichkeit und Ertragbarkeit, über die Veränderungen, welche die Speisen durch die Zubereitung erfahren, u. a. mehr; alle diese Fragen sind namentlich in den letzten 20 Jahren vielseitigst in Angriff genommen und gefördert worden.

Es ist uns aber auch eine besondere Freude und Genugthuung, zu sehen, dafs gerade die Entwickelung der Ernährungslehre durch deutsche Gelehrte die wesentlichste und bedeutungsvollste Förderung erfahren hat.

Die praktische Ernährungslehre, wie sie gegenwärtig besteht, hat die Aufgabe, für die verschiedensten Lebenszustände des

Menschen zu normieren, was gut und tauglich ist, und sie soll ein Berater für den einzelnen wie für die Nation sein. Wie viele Tollheiten erlaubt man sich nicht auf diesem Gebiete. Wie viele Millionen von Kindergräbern sind nicht die Zeugen und Marksteine menschlichen Irrens und menschlicher Unwissenheit. Wie oft werden nicht von Unberufenen zu Heilzwecken neue Ernährungsweisen proklamiert und zum Schaden der Gesundheit adoptiert. Der Vegetarianer mit krankhafter Scheu vor allen Tierprodukten ist ebenso wenig existenzberechtigt wie der Engländer in seiner Überschätzung alles dessen, was von Tieren kommt.

Es ist für den Einsichtigen unfaſslich, wie viel Millionen jährlich verschwendet werden durch die Unwissenheit auf dem Gebiete unserer leiblichen Ernährung. Man klagt so viel über ungenügende Mittel zur Ernährung, wo es oft nur an Kenntnissen fehlt, wie man das, was die Natur bietet, richtig verwerten könnte.

In diesem Wissen liegen Schätze für die Nation begraben, die man heben könnte, falls sich nur einmal in weiteren Kreisen Entgegenkommen fände. Namentlich für die Frau des Hauses liegt hier ein Gebiet vor, auf dem sie ihren Verstand in nutzbringendster Weise beschäftigen kann.

Wie verhängnisvoll falsche Vorstellungen über den Wert von Nahrungsmitteln werden können, hat sich oft genug gezeigt. Es hat eine Zeit gegeben, wo man den Leim und die Gallerten für etwas besonders „Nährendes“ gehalten, wo man Fieber und Malaria damit behandelt hat. Nichts aber ist so verhängnisvoll geworden, wie die völlig irrige Meinung, die man über den Wert der alkoholischen Getränke hegt.

Der Alkohol, wie er in Bier, Wein und Branntwein enthalten ist, kann als ein Nahrungsmittel betrachtet werden. Bis zu einem gewissen Grade wirkt er wie Fett und Zucker. Aber von diesem Standpunkt aus betrachtet, würde man viel besser thun, sich den Zucker selbst zu kaufen und zu genieſsen. Denn er verliert an Wert, weil er durch die Hefe ja erst in Alkohol verwandelt wird.

Ehe aber der Alkohol erhebliche Eigenschaften als Nahrungsmittel entfalten kann, wirkt er schon als Gift, zunächst auf die Blutzirkulation. Im Winter verschafft er ein Gefühl von Wärme durch eine etwas andere Blutverteilung. Das kann manchmal vorübergehend von Vorteil sein, es kann aber auch bei starkem Genuſs dahin ausschlagen, daſs man mehr Wärme als ohne Alkoholgenuſs verliert. Im übrigen schätzt man im Sommer wie Winter die anregende Wirkung und glaubt, dadurch geistig leistungsfähiger zu werden.

Auch das kann innerhalb gewisser Grenzen bei manchen Personen nicht bestritten werden, doch ist diese Wirkung meist nur bei Trinkern vorhanden, die ohne Alkoholgenufs meist gar nicht arbeiten können. In der Regel aber dankt man dem Alkohol gar keine hohe geistige Anregung.

Wenn man sich von der falschen Vorstellung frei macht, dafs der Alkohol besonders „kräftigend“ wirkt, wird man erstaunt sein, wie es mit wenig oder gar keinem Alkohol auch gelingt, leistungsfähig zu bleiben. Die Gefahr des Alkoholismus für unsere Nation ist so grofs, dafs keine auch noch so schwere Seuche ähnlich an unserem Mark zehrt wie dieser Stoff.

Das Ebenmafs der Körperform, die ideale Leistungsfähigkeit ist nur bei rationeller Ernährung zu gewinnen; der zu Magere wie Allzufette haben wenig Chancen, alt zu werden, worauf auch die Lebensversicherungsanstalten bereits aufmerksam geworden sind. Die gute Ernährung ist ein ungemein wichtiges Mittel zur Erhaltung der Gesundheit, aber die Ernährung allein ist es nicht, welcher der höchste Erfolg zufällt.

Die Ernährung soll ein Ebenmafs des ganzen Körpers begünstigen. Dieses geschieht aber nur, wenn alle Organe auch in guter Übung gehalten werden. Man kann zwar durch gute und zweckmäfsige Kost auch die Muskulatur stärken, die beste Verteilung des ernährenden Materials erfolgt aber durch den Blutstrom, den wir durch die Thätigkeit direkt den Organen zuführen können. Die Übung ist sonach meist von ausschlaggebender Bedeutung. Den Höhepunkt ihrer Leistung gewinnen erst die Organe durch fortwährende Thätigkeit.

Die menschliche Ernährung benutzt für ihre Zwecke die ungeheure Fülle von Nahrungs-, Genufs- und Reizmitteln. Die Erforschung der Erde hat den Europäer mit dem reichen sowie grofsen und eigenartigen Nahrungsvorrat fremder Länder bekannt gemacht. Anfangs importierte man gewissermafsen die Dinge als Raritäten, indes man erst allmählich den hohen praktischen Wert der fremden Produkte erkannte. Und viele dieser importierten Waren sind zum Segen unseres Volkes geworden. Man denke an die Kartoffel, welche zuerst 1580 bis 1585 von den Spaniern nach Europa gebracht wurde, und deren Anbau zur Zeit Friedrichs des Grofsen noch mit Gewalt durchgesetzt werden mufste. Die Gewürze, wie Pfeffer, Zimmet, Muskatnufs, Nelken u. s. w., bilden noch heutzutage einen wesentlichen Importartikel.

Das erste Kaffeehaus entstand 1555 unter Suleiman dem Grofsen in Konstantinopel, aber noch zu Beginn des XIX. Jahrhunderts war es bei uns eine Seltenheit. Der Thee, zuerst 1630 nach Holland importiert, ist erst in unserm Jahrhundert, bei uns in Deutschland erst in den letzten zwanzig Jahren allgemeiner in Gebrauch gekommen. Cortez brachte 1520 die Kenntnis der Kakaofrucht nach Spanien, aber erst die bequemen Verkehrsbedingungen unseres Jahrhunderts und die Verbilligung der Ware liefs sie zu einem allgemein gebrauchten Erfrischungsmittel werden. Seit längerer Zeit, doch erst im letzten Jahrzehnt, tritt der Gebrauch von Reis und Mais allmählich in recht bedeutungsvoller Weise in den Vordergrund. Die Zuckerindustrie hat einen ungeheuren Aufschwung genommen. Noch zu Anfang des Jahrhunderts war die Benutzung von Zucker eine teure Sache, und noch in den 60er Jahren stand trotz der schlechten Beschaffenheit desselben der Preis so hoch, dafs in minderbemittelten Familien mit dem Zucker sehr gespart werden mufste.

Das Kennzeichen unseres Jahrhunderts liegt auf dem Gebiete der Ernährung in erster Linie in der Richtung, dafs wir nicht nur ein viel reicheres Menu an Nahrungsmitteln zur Verfügung haben wie früher, sondern auch weit mehr Nervenreizmittel gebrauchen, als je früher üblich war.

Vielleicht hängt dies auch mit der gröfseren Ruhelosigkeit unserer heutigen Bevölkerung zusammen. Der Nervenreizmittelkonsum steigt fast in ähnlicher Art, wie unser Bedürfnis an künstlichem Licht gestiegen ist, mit anderen Worten, ähnlich wie das Schlafbedürfnis der Nation abnimmt, die geistige Regsamkeit, das Bildungsbedürfnis, die Lesesucht und die Unterhaltungssucht zunehmen. Ob das für die Dauer dem Menschengeschlecht in körperlicher Hinsicht zum Segen gereichen wird, ist schwer zu sagen.

Der Zuzug nach den grofsen Städten hat gleichfalls die Ernährung des Menschen umgestaltet, und wie mit alten Gewohnheiten auch mit der alten Tracht überall aufgeräumt. Die städtische Sitte verbreitet sich immer weiter, so auch auf dem Gebiete der Ernährung. Der Hang zu fleischreicher Kost wird immer hervortretender, freilich zum Teil aus innerer Notwendigkeit, da die Landkost namentlich für den schwächlichen Fabrikarbeiter nicht mehr pafst.

In der Herstellung der Speisen, besonders zur Volksernährung, hat sich seit den 60er Jahren insofern ein wesentlicher Wechsel vollzogen, als namentlich die Mehle zur Brotbereitung andere ge-

worden sind, und die feinen eiweifsarmen Produkte der Hochmüllerei die alte Fabrikationsweise verdrängt haben.

Wenn uns also auch, was die Versorgung unseres Leibes anlangt, die Welt still zu stehen scheint, so ist dies ganz und gar nicht der Fall; denn wer aus dem 18. Jahrhundert plötzlich an das Ende des 19. Jahrhunderts versetzt würde, würde doch einige Mühe haben, seinen alten Magen der neuen Welt und ihren Lebensgewohnheiten zu akkommodieren.

Auch dem Trinker würde vieles verändert erscheinen. In Alkoholicis waren die Deutschen ja immer gut ausgestattet und sehr konsumfähig; aber immerhin hat die Darstellung des Spiritus erhebliche Fortschritte gemacht und man hat in etwas wenigstens durch die Minderung des Fuselgehalts die Hauptgefahren zu vermeiden gelernt. Einen ganz besonderen Aufschwung hat jedoch die Bierbrauerei genommen. Noch vor 30 Jahren war die Art der Getränke eine viel schlechtere als jetzt, sie waren ungleichmäfsig, und jedes Neubier wurde von den Konsumenten mit Mifstrauen entgegengenommen; wer ganz sicher gehen wollte, nahm die Muskatnufs zu Hülfe, um sich vor allerlei bedenklichen Zufällen und Wirkungen jungen Bieres zu schützen.

Hochbedeutsam wurde auch die Anwendung der Konservierungsmethoden. Die Erfindung des Konservierens von Nahrungsmitteln ist zwar nicht unserem Jahrhundert zu eigen, wenn man zunächst die Büchsenkonserven ins Auge fafst. Aber grofse Ausdehnung hat sie doch erst in den vierziger Jahren angenommen. In erster Linie mufs der Liebigsche Fleischextrakt genannt werden, der bis heute nicht vom Markt trotz zunehmender Konkurrenz verdrängt ist, dann die Fleischkonserven, welchen man seit den siebziger Jahren auch in der Armeeverwaltung grofses Interesse zuwendet; die Milchkonserven, welche schon lange bekannt, aber doch erst seit den sechziger Jahren mehr in Gebrauch kamen. Der Import gefrorenen Fleisches hat sich bei uns nie recht einbürgern können, dagegen hat in den letzten 10 Jahren der Import frischer Fische eine wesentliche Bedeutung auch für die gesamte Volksernährung erlangt.

Unser Jahrhundert hat das Verdienst, alle die zahlreichen Nahrungsmittel, Genufsmittel und Reizmittel näher untersucht und ihre Zusammensetzung festgestellt zu haben.

Es war eine mühevolle und schwere Arbeit, wenn man bedenkt, dafs die organische Chemie sozusagen an der Wende des 18. Jahrhunderts erst geboren wurde.

Gleichzeitig, möchte man sagen, mit der Erkenntnis der normalen Zusammensetzungen der Nahrungsmittel begegnet man auch auf Schritt und Tritt den Fälschungen, und häufig wird eine neue wissenschaftliche Erkenntnis auch sofort der Ausgangspunkt zu neuen Fälschungen. Kein Nahrungs- und Genufsmittel bleibt unberührt von ihnen, und jedes Jahrzehnt macht uns mit neuen Kunstgriffen, oft ganz abenteuerlicher Art, bekannt. Zwar hat man versucht, durch die Nahrungsmittelgesetzgebung einen Riegel vorzuschieben, aber doch nur mit mäfsigem Erfolge, namentlich weil bei uns nicht in geeigneter Weise für die Überwachung der Nahrungsmittel gesorgt ist.

Manche Handelswaren sind von Haus aus Surrogate, so z. B. die Kunstbutter, die auf Befehl Napoleons III. 1870 hergestellt wurde, um in Paris einen Ersatz für die teuere Naturbutter zu bieten, und die zu so aufserordentlich häufigen Unterschiebungen und Betrügereien Veranlassung gegeben hat. Der Kunstkäse gehört in die Reihe derjenigen Produkte, welche ein sehr fragwürdiger Gewinn sind.

Heutzutage ist es modern geworden, sog. Nährpräparate herzustellen. Ersatz des Fleisches ist die Parole; ja wenn es einen solchen gäbe. Aber Fleisch ist eben etwas Anderes als ein Eiweifspulver oder Kartoffeln mit Beigabe von Eiweifs oder was man manchmal an seine Stelle setzen will. Fleisch ist für Kochzwecke niemals durch ein beliebiges anderes Präparat zu ersetzen.

Einige Gefahr, die mit jedem Jahre steigt, liegt in der Sucht, die Nahrungs- und Genufsmittel mit konservierenden Chemikalien zu versetzen, oder mit Zusätzen, die das Aussehen der frischen Ware erhalten. Man hat in breiten Schichten der Bevölkerung keine Ahnung von vielerlei Erkrankungen, die dadurch hervorgerufen werden können. Bekannt sind vielleicht die Nachteile stark geschwefelter Weine, dann die Gefahr des aus stark geschwefeltem Hopfen bereiteten Bieres, aber auch in getrockneten Früchten kommt die schweflige Säure vor, welche schon in kleinen Dosen Kopfschmerz und Diarrhoe macht. Im rohen Hackfleisch ist schwefligsaures Salz oder auch Borsäure, in manchen Würsten namentlich Borsäure, auch manchmal auf frischen, amerikanischen Fafslebern, in Milch gelegentlich gleichfalls Borsäure, in Ringäpfeln Zink gefunden worden, in den grünen Bohnen bisweilen Kupfer. Leider wird von den mafsgebenden Behörden der Schutz des Publikums in dieser Hinsicht nicht immer mit genügender Entschiedenheit in die Hand genommen.

Die Nahrungsmittel erfordern also eine beständige Überwachung und einen Schutz des Publikums durch gesetzgeberische Akte.

Was wir essen kann aber auch ohne Einflufs von Menschenhand verdorben und krankmachend sein.

Die Kenntnisse dieser Verhältnisse sind gerade in unserem Jahrhundert ganz aufserordentlich gefördert worden.

Schon zu Ende des ersten Viertels des XIX. Jahrhunderts finden wir das Augenmerk auf die Veränderungen der Milch gelenkt. Bekannt waren damals Vergiftungen mit Miesmuscheln, die Schädlichkeit des Getreides durch Beimengung von Taumellolch und Mutterkorn (Secale cornutum); Wurstvergiftungen durch zersetzte Wurstwaren waren ebenfalls schon bekannt, auch das Vorkommen der Finnen im Schweinefleisch, sowie giftige Fische, und man hat sich mit der Frage beschäftigt, ob das Fleisch wütender oder milzbrandkranker Tiere schädlich sei. Auch Käsevergiftungen und Kupfervergiftungen wurden beobachtet; man erkannte den Zusammenhang zwischen der Maiskost der Italiener und der Pellagra.

Aber man kannte doch noch nicht den grofsen Umfang, in welchem die Nahrungsmittel bei der Übertragung der Krankheit beteiligt sind.

1835 hat Owen die Trichine im Schweinefleisch als lebendes Wesen erkannt, doch hatte man noch keine Ahnung von der Wichtigkeit dieses Befundes. Erst den Arbeiten von Zenker, Virchow, Leuckart zu Anfang der 60er Jahre war es vorbehalten, die Entwickelung der Trichine und die Ansteckung der Menschen darzuthun. Man war überrascht, dafs eine so schwere und oft in Epidemien zu 400 bis 500 Erkrankungen einhergehende Seuche so lange unentdeckt bleiben konnte.

Die Finnen waren auch wohl bekannt, aber erst 1852 hat Küchenmeister ihren Zusammenhang mit den Bandwürmern dargethan und gezeigt, wie die Entwickelung des Wurms zu stande kommt. Nicht nur die Schweinefinne, auch eine Rinderfinne und Fischfinne kommen vor und werden Anlafs zur Entstehung eigenartiger Bandwürmer.

Die Natur der höchst eigenartigen Fleisch- und Wurstvergiftungen ist erst in dem letzten Jahrzehnt erkannt worden. Wir wissen, dafs es teils Vergiftungen mit Fäulnisprodukten sind, teils durch Bakterien hervorgerufene Krankheiten.

Erst seit den 80er Jahren und durch die Untersuchungen der tzten Jahre wissen wir, dafs die Tuberkulose allgemein weit verbreitet unter dem Schlachtvieh ist, und dafs das Fleisch, nament-

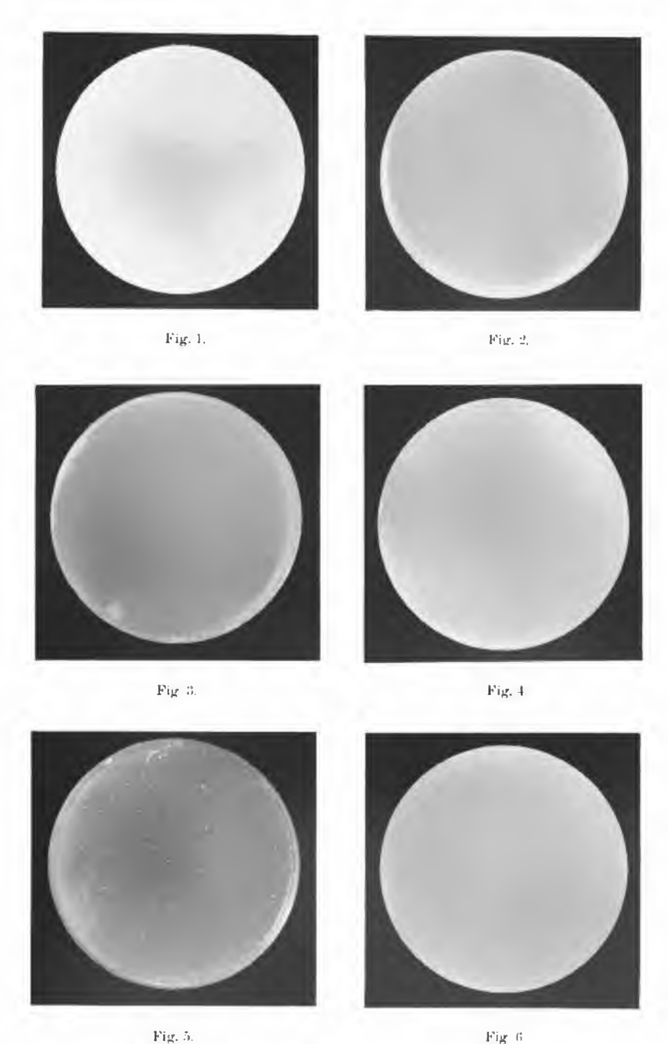


Fig. 1. Milch mit Stallschmutz. Fig. 2. 0.1cc Milch bei Beginn der Melkung. Fig. 3. 0.1cc Milch, fast ausgemolkenen Euters. Fig. 4. 0.1cc Milch aus dem Kuhstall durch ein Seihtuch filtriert. Fig. 5. 0.1cc Sauermilch. Fig. 6. 0.1cc Handelsmilch.

lich aber Milch und Butter mitunter in unglaublichstem Mafse reich an Tuberkelbacillen sind.

Unsere Nahrungsmittel sind auch gelegentlich dazu angethan, Krankheitskeime aufzunehmen und zu ihrer Verbreitung beizutragen. Alles, was kurz vor dem Genufs feucht auf 100° erwärmt worden ist, kann als ungefährlich gelten, ferner Dinge wie Wein, Bier, welche der Gährung unterworfen waren und längere Zeit vor dem Genusse aufbewahrt werden, ehe sie in den Konsum gelangen.

Wie ein Nahrungsmittel gewonnen wird und wie es sich verändert, können wir am besten an der Milch zeigen. Die Milch, welche von einer gesunden Kuh geliefert wird, ist völlig frei von Bakterien.

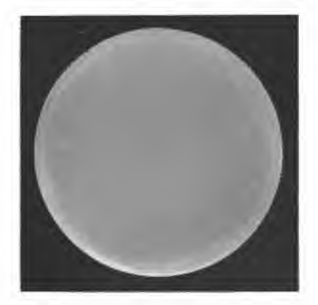


Fig. 7. 0.1 cc Milch, bis zum Kochen erhitzt.



Fig. 8. 0.1 cc Milch vom Soxhletapparat.

Aber die Art und Weise der Stallbehandlung verunreinigt die Milch meist in hohem Grade.

Fig. 1 des Titelblattes zeigt uns den Schmutz, vom Stall herrührend, welcher bei Filtration von 1 Ltr. Milch auf Papier zurückbleibt (Renk).

Der Schmutz, welcher aufsen auf dem Euter lagert, giebt Gelegenheit, dafs Bakterien mehr oder minder weit in die Milchgänge hineinwandern; daher ist auch die Milch, welche unmittelbar von der Kuh abgenommen wird, in den ersten Proben (Fig. 2, Titelblatt) sehr reich an Bakterien. Die Abbildung giebt die aus 0,1 cc Milch auf gutem Nährboden gewachsenen Kolonien, die jede ursprünglich aus einer Bakterie bestand. Der letzte Rest, der aus dem Euter gemolken wird, ist dagegen viel reiner (Fig. 3). Dieselbe Milch, wie üblich durch das

Seihtuch filtriert, wird dadurch wieder erheblich verschlechtert, denn das unreine Seihtuch enthält massenhaft Bakterien (Fig. 4).

Wird die Milch sauer, so nehmen die Bakterien ungeheuer zu. Fig. 5 zeigt die Bakterienkolonien aus $^1/_{1000}$ cc Milch.

Frische Milch aus dem Handel enthält allemal viele Keime. Kocht man sie auf oder erhitzt sie im Soxhletapparat, so kann man die Bakterien gröfstenteils abtöten. Fig. 6 zeigt die aus dem Laden bezogene Milch, Fig. 7 die aufgekochte, Fig. 8 die nach Soxhlet behandelte Milch. Die Pünktchen entsprechen der Zahl der in $^1/_{10}$ cc enthaltenen Bakterien.



Fig. 9

Die unzweckmäfsige Ernährung der Kinder ist häufig die Ursache ihres frühen Todes. Welche ungleiche Ernte der Tod im ersten Lebensjahre unter den Kindern hält, zeigt uns Fig. 9, und welch erheblichen Anteil die Diätfehler an diesem Sterben nehmen, können wir aus der Fig. 10 ersehen, welche die Häufigkeit der Todesfälle an Magen- und Darmkatarrh im Deutschen Reiche angiebt. Die dunkel gehaltenen Flächen geben die Landstriche mit hoher Sterblichkeit, die helleren Abstufungen bedeuten geringere Sterblichkeit.

Die Mikroben.

Die grofsen Volksseuchen, die Pestkrankheit und der schwarze Tod haben von jeher einen gewaltigen Eindruck auf die Menschheit gemacht. Die Erinnerung an die Schrecknisse dieses

allgemeinen Sterbens ist auch heutzutage noch nicht verwischt. Trotzdem die Menschheit von manchem Seuchenzug dezimiert wurde und ganze Dörfer und grofse Ortschaften geradezu ausstarben, war der Gedanke an die Möglichkeit der Abwendbarkeit dieses Geschicks in früheren Zeiten fast so gut wie unbekannt. Man sagte, Seuchen sind Strafen des Himmels, Seuchen entstehen durch ungünstige Konjunktur der Sterne, Seuchen werden erzeugt durch giftige Bodengase, durch Hungersnot u. s. w. Man dachte an keine Abwehr. Erst spät hat sich der Begriff der Ansteckbarkeit der Pest entwickelt. Und wenn wir auch am Anfang unseres Jahrhunderts von Contagium und

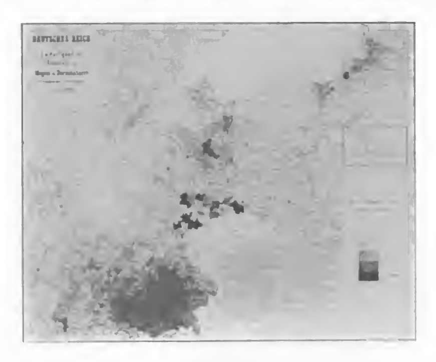


Fig. 10.

Miasma reden hören, und unter ersterem ein Stoff verstanden wird, der vom Kranken auf den Gesunden übergehend ihn krank macht, und unter Miasma ein in der Luft weit verbreitetes, krankmachendes Gift, so waren dies doch nur höchst unvollkommene Vorstellungen, welche der Erkenntnis des wahren Sachverhalts eine höchst bescheidene Förderung brachten. Wie sollte man auch von dem Wesen der Krankheit Genaueres kennen, zumal man noch nicht einmal die Veränderungen kannte, welche bei den Krankheiten im Körper vor sich gehen. Man war zu dieser Zeit auch noch gar nicht abgeneigt, ohne äufsere Einflüsse die Krankheit im Körper selbst entstehen zu lassen. Ein äufserer Einflufs, wenn ein solcher eine Krankheit erzeugte, brauchte nach damaliger Auffassung nichts Näheres mit der eigenartigen Krankheit

selbst zu thun zu haben. Die einmal entstandene Krankheit aber konnte dann ihrerseits durch Kontakt recht wohl weiter verbreitet werden.

Unter den Krankheitsursachen spielte namentlich die Vererbung eine grofse Rolle, so hinsichtlich der Schwindsucht wie auch bei anderen Übeln. Sie entstanden also nach dieser Auffassung eben mit derselben Naturnotwendigkeit, wie etwa der Wuchs, die Lebensgewohnheiten, das Aussehen von den Eltern auf die Kinder vererbt wird.

In diesen Anschauungen hat sich aber im Laufe der Jahrzehnte ein bedeutsamer fundamentaler Umschwung gezeigt; die Krankheitsursachen sind gewissermafsen verlegt worden. Früher traten die Krankheiten spontan im Körper auf, allmählich wurde erkannt, dafs in ungemein vielen Fällen das, was die Krankheit hervorruft oder was die Krankheit selbst darstellt, von der Aufsenwelt stammt. Man huldigt jetzt gewissermafsen der Anschauung, dafs der Organismus von Natur aus gesund sei, dafs er sich gesund weiter entwickele, bis aus inneren, uns unbekannten Gründen der Tod eintritt. Das Krankmachende kommt im wesentlichen durch die Aufsenwelt. Aus ihr stammen auch die schweren Volksseuchen. Die Krankheit erscheint in diesen Fällen als die Wirkung eines Krankheitserregers, der uns befällt und selbst ein lebendes Wesen ist.

Dieser Umschwung der Anschauungen hat sich erst seit den vierziger Jahren vollzogen. Mag man auch im Mittelalter, ja noch weiter zurück, die Rudimente solcher Anschauungen finden, und hat auch Marcus Antonius Plenczicz schon 1769 in diesem Sinne gelehrt, so rührt der neue Aufschwung zur Forschung erst aus der späteren Zeit, als Henle 1840 mit besonderer Überzeugungstreue die Notwendigkeit der Annahme eines Contagium animatum (eines belebten Krankheitserregers) deduziert.

Der Gedanke an die Vermeidbarkeit der Seuchen konnte sich erst aus der Voraussetzung, dafs viele Krankheiten durch ein Contagium animatum, durch ein in den Körper einwanderndes fremdes Lebewesen, einen Parasiten, erzeugt würden, entwickeln.

Und diese Parasiten mufsten fafsbar gemacht werden, sichtbar werden, dem Experiment unterworfen, in ihren ganzen Lebenseigenschaften erkannt werden, damit man fände, was ihnen schade, und was sie zu vernichten in der Lage sei.

Welcher Art waren diese hypothetischen Parasiten, waren es Pflanzen, waren es Tiere? Welche Krankheiten sind parasitär, nur die grofsen Volksseuchen oder auch andere? Gab es nicht doch auch flüchtige Miasmen, nur chemische Individualitäten?

Die Auffindung der Krankheitserreger vieler Volksseuchen hatte aber mit aufserordentlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, denn sie führte hinein in eine neue Welt, die Welt der Mikroben, deren Studium erst 40 Jahre nach Henles Propaganda zu Erfolgen kam. Aber der Gedanke an die parasitäre Natur vieler Krankheiten ist seit jener Zeit nicht mehr aus der Litteratur gewichen.

Eine wesentliche Hilfe zur Lösung bedeutungsvoller Fragen gewann die Hygiene seit den fünfziger Jahren durch die Statistik.

Im Anfang unseres Jahrhunderts war es mit der Statistik recht dürftig bestellt. Man hat wohl namentlich aus Krankenhäusern schon zu Anfang des Jahrhunderts Berichte veröffentlicht, aber mehr im engeren medizinischen Interesse. Der Statistik gebrach es an wissenschaftlichem Wert. Die Krankheiten sind uns ein Beweis mangelnder Gesundheit, und von diesem Gesichtspunkte aus kann die Statistik zur bedeutungsvollen Führerin der Hygiene werden.

Statistik selbst ist eine bedeutungsvolle Wissenschaft, deren Entwickelung etwa in die vierziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts fällt. 1835 beschäftigte man sich in der Pariser Akademie lebhaft mit der Möglichkeit, die Statistik auch auf medizinischem Gebiet in Anwendung zu bringen. Eine grofse Bedeutung hatten namentlich die grundlegenden Arbeiten Quetelets, eines belgischen Gelehrten. In dem nachfolgenden Jahrzehnt hat sich das medizinisch-statistische Material in allen Kulturstaaten aufserordentlich entwickelt. Wir haben nicht allein über die gesamte Mortalität bessere Vorstellung als früher, sondern sind auch in der Lage, mit einiger Genauigkeit einzelne Krankheiten auf ihre Häufigkeit zu untersuchen und aufzufinden, in welcher Stärke Schäden und Gefahren für die Gesundheit vorhanden sind. Auch können wir feststellen, ob durch unsere hygienischen Arbeiten ein Vorteil, eine Minderung der Sterbefälle oder Krankheitsfälle erzielt wird. Die Statistik ist ferner in der Lage, viele Fragen über das Entstehen der Krankheiten mit zu lösen; so läfst sich feststellen, inwiefern manche Berufe verantwortlich gemacht werden können für das Entstehen der Schwindsucht, welche Bedeutung die soziale Lage für die Erkrankungsmöglichkeit bietet, wie Reinlichkeit und Unreinlichkeit auf das Entstehen von Typhus und Cholera Einflufs üben u. a. m.

Die Statistik wurde verwertet, die natürlichen Ausbreitungsbedingungen der Seuchen und anderer Krankheiten zu studieren. Freilich wurde die Medizinalstatistik der Aufgabe der wissenschaftlichen Methodik nicht immer gerecht und kann es auch nicht, weil sie vielfach ihre Schlüsse aus geringem Material ziehen mufs.

Die statistische und kasuistische Durchforschung der Seuchen hat zu wichtigen Aufschlüssen hinsichtlich des Verbreitungsweges, der Verbreitungsweise, hinsichtlich der Abhängigkeit der Seuchen von den Jahreszeiten, der Trockenheit, dem Regen, der Bodenbeschaffenheit, der Disposition einzelner Berufs- oder Altersklassen u. s. w. geführt; ferner über die Frage, ob Wasserversorgung, Kanalisation einen Einflufs auf den Krankheitsgang üben.

Eingehend hat Pettenkofer 1855 das gesamte Choleramaterial verarbeitet und seit den sechziger Jahren ähnliche Untersuchungen über den Typhus angestellt, welche der Ausgangspunkt für die grofse Bewegung der Assanierung deutscher Städte geworden sind. Fast alle grofsen Gemeinwesen bemühten sich, durch Fürsorge für Wasserversorgung und Kanalisation dem damals weit verbreiteten Typhus zu begegnen und der Cholera bei etwaigen neuen Invasionen wirksam entgegenzutreten.

Man kämpfte zwar gegen einen Feind, der sich noch in vollkommener Deckung befand, der aber zu viel schon von seinen Lebenseigenschaften verraten hatte, als dafs er noch wirksam sich hätte schützen können. Zu Anfang der achtziger Jahre konnte in ganz Deutschland das ganze Typhuselend, an dem wir so lange litten, als überwunden gelten.

Ähnlich wie bei der Malaria kämpfte man bei Typhus und Cholera gegen einen „persönlich“ noch unbekannten Feind; wie man aber bei uns durch Bodendrainage die Malaria ganz beseitigt hat, so beseitigten Kanalisation und Wasserversorgung auch den Typhus sozusagen völlig.

Die Versuche, die hypothetischen Krankheitserreger aufzufinden, wurden von Jahrzehnt zu Jahrzehnt mit besseren Hilfsmitteln unternommen.

Bei den Pflanzenkrankheiten hatten die Botaniker schon lange als Krankheitsursache Schimmelpilze und ähnliches erkannt. Sollten die Wurm- und Trichinenkrankheiten die einzigen sein, welche auf einwandernde Parasiten zurückzuführen waren?

Die Parasiten der Menschen-Seuchen mufsten offenbar Lebewesen von aufserordentlicher Kleinheit sein, so ziemlich jenseits des Sichtbaren, selbst für gute Mikroskope der damaligen Zeit.

Die Parasitenforschung war zunächst abhängig von der Entwickelung des Mikroskops, aber auch von anderen Umständen. Die Mikrobiologie, die Basis, auf welche die parasitäre Forschung gestellt werden mufste, ist kein Kind unserer neuesten Zeit.

Das Suchen nach der Welt der Kleinlebewesen geht zurück in die Zeit der Erfindung der Mikroskope überhaupt. Schon Kirchner that den ersten Blick in diese Welt; es war ein Rätsel mehr für das damalige Jahrhundert, ein Keim auf unfruchtbarem Boden. Ende vorigen Jahrhunderts brachte es dann der Abbé Spallanzani dahin, zu zeigen, dafs die kleinsten Lebewesen, welche die Fäulnis erzeugen, nicht aus dem Material kamen, sondern von aufsen. Auch seine Arbeiten blieben nur Vorarbeiten, da er sich gefallen lassen mufste, durch irrige Einwände anscheinend entkräftet zu werden.

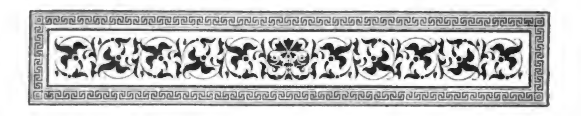
Die wissenschaftliche Bearbeitung der Mikrobiologie hängt eng zusammen mit der Frage der sogenannten Spontanzeugung — generatio aequivoca — aus zwei Gründen.

Diese Studien können als die grundlegenden Experimente für bakteriologische Arbeiten gelten. Man glaubte früher, dafs Lebewesen auch gelegentlich aus unbelebtem Material entständen. Da liest man in alten Büchern Rezepte, z. B. um Schmutz in Mäuse zu verwandeln. Lange Zeit galten auch die Maden als Tiere, die direkt aus dem Fleisch entstehen könnten, bis man die Fliegeneier als Ursache fand. Am längsten hat sich der Glaube gehalten, dafs kleinste Lebewesen und speziell Bakterien, wenigstens unter geeigneten Umständen, in Flüssigkeiten aus Unbelebtem sich bildeten. Noch in den siebziger Jahren des XIX. Jahrhunderts gab es Vertreter dieser Lehre. So lange man annehmen durfte, dafs dieses möglich sei, konnten ja die Bakterien und Krankheitserreger spontan auch ohne weiteres im Körper entstehen, und dann waren die Krankheiten eben auch unvermeidbar, oder sie stammten wenigstens nicht aus der Aufsenwelt und waren nur durch Medikamente, nicht durch äufsere Mittel zu bekämpfen.

Spallanzani hatte zuerst gezeigt, dafs, wenn man Flüssigkeiten genügend erhitzt, um sie von vorher darin enthaltenen Lebewesen zu befreien, keine Fäulnis eintrete. Von ihm rühren auch die ersten „Büchsenkonserven“ her. Aber man machte gegen die Spallanzanischen Versuche allerlei Einwände vom chemischen Standpunkt und der damaligen Vorstellung des Lebens aus. Wir wollen über diese Periode der Forschung hinweggehen.

(Schlufs folgt.)





Russisches Petroleum.

Von Dr. **O. Janson** in Köln.

Blicken wir die grofse Reihe aller der so wichtigen und in das Leben der Kulturvölker so aufserordentlich tief eingreifenden Erfindungen und Errungenschaften zurück, die die letzten Dezennien des geschiedenen Jahrhunderts gezeitigt haben, so wird unter diesen Erfolgen menschlichen Strebens die vollständige Umwälzung unseres Beleuchtungswesens den staunenden Augen schwerlich entgehen. Noch vor 40 Jahren kamen als flüssige lichterzeugende Stoffe fast ausschliefslich Rüböl und Olivenöl in Frage; da aber begann ein Produkt, das die gütige Mutter Erde an manchen Orten in geradezu verschwenderischer Weise liefert, seinen Siegeszug durch die ganze zivilisierte Welt, das Erdöl oder Petroleum. Allerdings erwuchsen auch ihm mit dem scheidenden Jahrhundert scharfe und gefürchtete Mitbewerber, ohne dafs es letzteren, unter denen vor allen das Leuchtgas und die elektrisch erzeugten Lichtarten zu nennen sind, bislang gelungen wäre — und vorderhand auch wohl so bald nicht gelingen dürfte — die so billige und in ihrer Handhabung immer noch bequeme Petroleumbeleuchtung gänzlich zu verdrängen.

Es ist recht auffallend, dafs dieses lichtspendende Geschenk der Erde erst so spät eine allgemeine Verwendung fand. Die ersten Nachrichten von dem Kultus der Feueranbeter am Kaspischen Meer führen uns bis in das 6. Jahrhundert v. Chr. zurück, das italische Erdöl und seine Brennbarkeit war schon zur Zeit des Dioskorides und Plinius bekannt, die Indianer Nordamerikas wandten das übelriechende Öl ihrer heimatlichen Erde schon lange vor Ankunft der Europäer als Heilmittel an, und auch die Quellen von Tegernsee lieferten im 15. Jahrhundert das als Arzenei hochgeschätzte St. Quirinsöl. An eine ebensolche Verwendung dachte auch der Begründer der heutigen nordamerikanischen Petroleumindustrie, E. L. Drake, als er im Jahre 1859 die ersten Bohrungen anstellte. Erst als man mit den Hilfsmitteln der modernen Chemie dem öligen Produkt, wie es die Erde lieferte, zu Leibe ging und die einzelnen Substanzen seiner Zu-

sammensetzung getrennt darzustellen gelernt hatte, fand das Erdöl weitere Verbreitung; allerdings wurden mit dem Petroleum von Amiano im 18. Jahrhundert schon die Strafsen Genuas beleuchtet.

Die wichtigsten Erdölgebiete finden sich heute bekanntlich in Nordamerika, Rufsland und Galizien; gegen sie treten ganz zurück die von Rumänien, Italien und Deutschland, von dessen Erdölvorkommen wir noch die elsässischen Quellen (Pechelbronn, Schwabweiler, Lobsann) und die der Lüneburger Heide (Ölheim) erwähnen, von denen letztere in unserem Vaterlande bei ihrer Entdeckung ein Ölfieber hervorbrachten, das in kleinem Mafsstabe dem pennsylvanischen der sechziger Jahre verglichen werden kann, und die nachher so manche kühne Erwartung täuschten. So beherrschen die drei genannten Hauptgebiete heute fast den ganzen Weltmarkt; freilich ist nicht zu entscheiden, wie lange das noch dauern wird, denn, abgesehen von schon länger bekannten Gebieten in Indien, Südamerika und Afrika, bringt fast jedes Jahr Kunde von neuen und wichtigen Erdölfunden, die allerdings nicht immer das halten, was sie versprachen; so wurden 1894 neue Erdölquellen auf den Sundainseln und 1899 solche im Lande der so mächtig aufwärts strebenden Japaner gefunden, deren Wettbewerb auch auf diesem Gebiete heute schon nicht zu unterschätzen ist.

Wenden wir uns nun zu den russischen Erdölgebieten, so haben wir von ihnen die erste genauere Beschreibung von Marko Polo erhalten, der in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts auch über Baku kam und uns erzählt, dafs schon damals das „Naphtha" durch Kamele weit ins Land hineingebracht wurde, wo es zur Beleuchtung Verwendung fand. Die russischen Erdölquellen schliefsen sich eng an den Kaukasus an und bilden die Fortsetzung eines Streifens, der ganz Südosteuropa durchzieht, am Nordabhang der Karpathen beginnt und sich durch Galizien, die Bukowina und Moldau bis zur Halbinsel Kertsch und über das Kaspische Meer fortsetzt. Die westkaukasischen Erdölgebiete sind die der Halbinsel Taman und des Kubanflusses, die ostkaukasischen lassen sich einteilen in das Gebiet des Terek im Norden des Gebirges (Mosdok und Grosno), der Kura (Tiflis, Telaw und Zarskoje Kolodze) und der Westküste des Kaspischen Meeres (Salijan und das Hauptgebiet, die Halbinsel Apscheron).

Eine im Vergleich zu den übrigen Quellen ungeheuer reiche Fundstätte, mit der sich überhaupt keine auf Erden gleichstellen lassen kann, ist das Gebiet von Apscheron. Die Halbinsel, mit einer Länge von 53 km in das Kaspische Meer nach Osten vorspringend, stellt

ein ödes uud gleichförmiges Hochland dar, das im Westen eine Breite von 21 km hat und stellenweise steil zum Meere abfällt. Das Klima ist gesund zu nennen, aber heifs und trocken. Die Temperatur, die im Jahresmittel 14,3° C. beträgt, fällt im Januar auf durchschnittlich 3,4° C., steigt dagegen im Juli auf fast 26° C. Regen fehlt zur Sommerzeit ganz, und daher zeigt der sandige Boden nur eine geringe Pflanzenbedeckung.

Die einzige Stadt und zugleich der Mittelpunkt von Petroleum-Industrie und -Handel ist die ehemalige starke Festung Baku, angeblich eine Gründung des grofsen Alexander, malerisch am Südabhang des Plateaus an einer weiten Bucht gelegen, die zugleich den besten Hafen am Kaspischen Meere darstellt. Nur die Umgebung des Hafens ist europäisch; das Innere der Stadt mit seinen flachen Asphaltdächern, seinen engen, winkeligen Strafsen, in denen sich Handel und Gewerbe offen vor den Augen der Fremden abspielen, macht einen echt asiatischen Eindruck. Die Stadt wird gekrönt durch den von Abbas II. errichteten Palast der Chane, einem massigen Bauwerk aus mächtigen Quadersteinen. Die Einwohner, deren Zahl 1893 auf fast 109 000 geschätzt wurde, setzen sich aus Tataren und Armeniern, weiterhin aus Russen, Persern und Indern zusammen, denen sich eine ganze Anzahl Ausländer aller Nationen anschliefst.

Ist dieses „Weifse Baku“ der Sitz der Regierung und der eigentliche Mittelpunkt von Handel und Verkehr, so befinden sich die Erdölraffinerieen in dem mit ihm durch eine Dampfstrafsenbahn verbundenen sogenannten „Schwarzen Baku“ (Tschorni-Gorod) am Nordufer der Bucht, wo mehr als 200 Fabriken die Reinigung und Umarbeitung des schwarzen Blutes der Erde besorgen. Der Eindruck, den der Fremde von diesem Mittelpunkte einer immer mehr an Bedeutung gewinnenden, grofsartigen Industrie erhält, ist gerade kein allzu freundlicher. Ein durchdringender Petroleumgeruch haftet an allem und durchzieht alles, ein Bohrturm, ein Schornstein erhebt sich neben dem anderen, nur getrennt durch gröfsere und kleinere mit Erdöl angefüllte Becken, das auch die Pfützen und Gräben mit einer schmierigen Schicht überzieht, durch schmutzige Wohnhäuser und niedrige Arbeitsräume, und zwischen diesem allen laufen nach allen Richtungen dickere und dünnere Röhren, in denen das Öl von einem Ort zum anderen gepumpt wird.

Das ganze Ölgebiet auf Apscheron umfafst kaum 12 qkm, und doch fördert dieses Stückchen Erde, das ein rüstiger Fufsgänger bequem in zwei Stunden durchqueren kann, heute annähernd ebenso

viel wie die weiten Ölfelder Nordamerikas. Den ungeheuren Reichtum dieses russischen Gebietes kann man sich am besten klar machen, wenn man bedenkt, dafs im Jahre 1889 in Amerika über 35 000 Bohrlöcher vorhanden waren, während die Halbinsel Apscheron deren nur 173 aufwies. Heute ist ihre Zahl über 200 gestiegen. Das nördliche Gebiet, 12 bis 14 km von Baku entfernt, liegt bei den Tatarendörfern Balachana, Sabuntschi, Ramana und Benegati und liefert allein 90 pCt. von allem russischen Petroleum überhaupt; das im Südwesten der Stadt bei Bibi-Eïbat gelegene ist bedeutend kleiner und unwichtiger. Wir kennen in der That auf der ganzen Erde bis heute kein Gebiet, auf dem ein auch nur annähernd so grofser Reichtum an Erdöl auf einem so geringen Raum vorhanden ist; eine Quelle, die weniger als 160 mctr liefert, gilt als unproduktiv, und man hat die täglich auf einen Brunnen kommende durchschnittliche Erdölmenge auf 200 bis 300 mctr berechnet, der in Amerika eine solche von 20 bis 70 mctr gegenübersteht.

Aber das schwarze Blut der Erde tritt nicht nur an den genannten Stellen zu Tage, sondern die ganze Umgebung ist damit durchtränkt. Eigentümliche Schlammvulkane oder Salsen bezeugen dies, hervorgerufen durch die Spannung unterirdischer Gase, die auf Wasser stofsen und dieses sowie das benachbarte salz- und ölreiche Gestein als schwarzen Schlamm emporpressen und auswerfen. Das beweisen ferner die zahlreichen Ausatmungen brennbarer Erdölgase, die den uralten Kultus der Feueranbetung hervorriefen, als deren Begründer Zoroaster genannt wird.

Noch bis vor etwa 20 Jahren wohnten bei Surachana in den Zellen des „Indischen Klosters" Anhänger der Sekte, während die meisten der Gläubigen, aus dem Lande vertrieben, einst nach Indien wanderten und heute nur noch auf Pilgerfahrten die Heimat ihres Glaubens aufsuchen. Zur Zeit ist der poetische Zauber von dieser uralten Stätte kindlicher Anbetung gewichen; die heiligen Feuer sind gelöscht, das Gas wird in Röhren den Raffinerieen und benachbarten Kalköfen zugeleitet und mufs hier im Dienste des Menschen arbeiten. Aber man hat den Fremden zuliebe eine Leitung zurücklegen lassen, und so kann der moderne Reisende, wie der rote „Baedeker" angiebt, auch heute noch für 50 Kopeken den Reiz der brennenden Erdgase auf sich einwirken lassen. Auch unter Wasser treten solche Gase zu Tage; sie steigen in Blasen in die Höhe und bringen dabei das Meer in sprudelnde und wallende Bewegung. Bei der russischen Flottenstation Bajilow Miss nahe Bibi-Eïbat zünden die Kahnführer

auf Verlangen der Reisenden das Gas an und zeigen ihnen so das Schauspiel eines brennenden Meeres.*)

Was die Schichten und die Tiefen anbetrifft, in denen das Erdöl angetroffen wird, so zeigen die amerikanischen und russischen Gebiete bedeutende Unterschiede. Während in den ersteren die ölführenden Schichten ein, geologisch gesprochen, sehr hohes Alter haben und dem oberen Devon angehören, sind es auf Apscheron horizontal streichende jungtertiäre Schichten, in denen man auf das Öl stöfst, und zwar zu oberst ein viele Muscheln führender Kalkstein, auf den mit Öl durchtränkte Sande, Thone und Sandsteine mit schieferigem Bruch folgen. Während demgemäfs in Pennsylvanien beispielsweise die Bohrlöcher bis auf 650 bis 700 m und noch tiefer geführt werden müssen, ist die Durchschnittstiefe auf Apscheron nur 190 m, ja schon bei Durchbohrung von nur 47 m kam man auf reiche Öllager.

Die Frage nach der Entstehung des Erdöles ist seit dem Anfange seiner systematischen Gewinnung auf recht verschiedene Weise zu lösen unternommen worden. Wenn wir von älteren Erklärungsversuchen absehen, so stehen heute zwei Theorieen einander gegenüber, von denen die ältere, zuerst von dem russischen Chemiker Mendelejeff ausgesprochene, der neueren von Engler in Karlsruhe aufgestellten und jetzt fast allgemein angenommenen Erklärung hat weichen müssen. Mendelejeff nimmt eine auf anorganische Weise erfolgte Entstehung an. Bekanntlich bilden sich bei der Einwirkung von Wasser auf Metallkarbide Kohlenwasserstoffe, ein Vorgang, der heute in der Acetylenindustrie technische Verwertung findet. Nach seiner Meinung befinden sich im Erdinnern glühende kohlenstoffhaltige Metalle, wie ein solches etwa das Roheisen ist, auf die das auf irgend eine Weise hinzugetretene Wasser zersetzend einwirkt. Die Haupteinwände gegen diese Theorie bestehen einmal in der Thatsache, dafs das Erdöl nur in geschichteten Gesteinen gefunden wird, wohin es allerdings ja auch erst später eingedrungen sein kann, ferner aber in seinem Stickstoffgehalt.

Im Gegensatz zu Mendelejeff nimmt Prof. Engler eine organische Entstehungsweise an, und zwar auf Grund interessanter, von ihm angestellter Laboratoriumsversuche. Er konnte nämlich nachweisen, dafs bei Destillation von Fischthran unter einem Drucke von mehreren Atmosphären ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen entsteht, das, wenn auch nicht quantitativ, so doch qualitativ eine grofse Ähnlichkeit mit dem amerikanischen Petroleum zeigt. Engler nimmt

*) Vergl. H. u. E., Heft 6, 1900, S. 283.

deshalb an, dafs sich in den Meeren vergangener Erdperioden Massenanschwemmungen und -Gräber mariner Tiere gebildet haben, die allmählich durch Sand und Schlamm und die daraus später entstandenen Schichtgesteine zugedeckt und unter Druck gesetzt wurden. Während nun die stickstoffhaltigen Bestandteile, wie Eiweifs u. a., rasch einer Fäulnis anheimfielen, zersetzten sich die stickstofffreien Fette viel langsamer. In der That sind diese bei verwesten Tierleichen manchmal noch recht gut erhalten, wenn von den Knochen kaum mehr etwas vorhanden ist. So entstand demnach durch Druck und Wärme aus den tierischen Fetten im Laufe der Zeiten das Erdöl. Ersterer wurde durch die darüber lagernden Gesteine, vielleicht auch durch die Spannung der entstandenen Verwesungsgase geliefert; von der Wärme dagegen müssen wir annehmen, dafs sie, wenn sie auch wohl kaum so hoch gewesen ist wie die von Engler angewandte, vielleicht vom Erdinnern, möglicherweise auch durch die bei der Verwesung eingetretene Oxydation geliefert wurde, vielleicht auch, dafs die Länge der Zeit einen Ersatz für die mangelnde hohe Temperatur abgegeben hat.

Für die Richtigkeit der Englerschen Theorie spricht aufser den Laboratoriumsversuchen einerseits der Gehalt an Salz und Schwefel, der häufig bei Erdölquellen angetroffen wird, andererseits die Beobachtung von O. Fraas, der in Korallenriffen bei El Tor an der Küste des Roten Meeres den Ausbruch von Gas und stark riechendem Öl nachwies, das auf dem Wasser schwamm, und das nur von zersetzten Meeresorganismen herrühren konnte. Die weitere Frage ist nur, ob diese pflanzlicher oder tierischer Natur waren. Es lag nahe, die Erdölentstehung mit der aus verwesten Pflanzen entstandenen Steinkohle in Zusammenhang zu bringen; wäre das aber richtig, dann müfsten die Petroleumlager auch oft in Begleitung von Kohlenflözen auftreten, wofür jeder Nachweis fehlt. Nach neueren Untersuchungen (Kraemer, Wiegand, Beilstein u. a.) mag allerdings stellenweise auch der Fettgehalt von Diatomeenlagern an der Entstehung des Erdöles beteiligt gewesen sein. Es steht aber auch auf der anderen Seite der von Engler angenommenen Bildung tierischer Massengräber nichts im Wege, wenn wir sehen, dafs die Petroleumlager sich eng an grofse Gebirgszüge anschliefsen, die meist schon aus den damaligen Meeren als Inseln hervorragten. Trotzdem giebt es in der Englerschen Hypothese noch eine Reihe von Punkten, die der Aufklärung bedürfen, und es ist wahrscheinlich, dafs bei der Entstehung der Erdöllager örtliche Verhältnisse eine gröfsere Rolle spielten, als man bisher annahm, wenigstens läfst sich die verschiedene Zusammensetzung des

Erdöles aus den einzelnen Fundstätten nur durch verschieden starken Druck und Temperatur, sowie durch die Verschiedenheit des Ausgangsmaterials erklären.

In den ältesten Zeiten wurde das auf Wassertümpeln sich ansammelnde Erdöl einfach abgeschöpft und von seinen gröberen Verunreinigungen durch Absetzenlassen befreit; von dieser einfachen Gewinnungsart ging man im Laufe der Zeiten zum Anlegen von Sammelgruben, von Brunnen und endlich zum Bohren über, das anfangs mit der Hand ausgeführt wurde, bis dank dem Anstofs durch die Firma Gebr. Nobel auch in Baku die amerikanische Bohrmethode ihren Einzug hielt. Eine derartige Bohrung ist natürlich nicht billig; sie kostet je nach der Tiefe, bis zu der man vordringen mufs, 60 000 bis 100 000 Rubel. Die Arbeit der Bohrtürme oder (nach der amerikanischen Bezeichnung) der Derricks besteht in einem abwechselnden Fallenlassen und Drehen schwerer, aus bestem Stahl gefertigter und verschieden gestalteter Bohrer und dem Heraufholen des gelösten Gesteins. Ist die genügende Tiefe erreicht, so kann auf dem ölreichen russischen Gebiet meist ohne weiteres die Dampfpumpe in Thätigkeit treten, während die Amerikaner gewöhnlich gezwungen sind, das Gestein, in dem das Öl in feinen Tropfen verteilt ist, durch Dynamit zu sprengen. Ja nicht selten befreit der vordringende Bohrer die Erdöllager von ihrem Drucke derart, dafs er aus dem Bohrloche herausgeschleudert wird, und aus diesem ein mächtiger Strahl von Öl, Wasserdampf und Gasen entspringt, der wochenlang bis zu 50 Fufs hoch seine Massen emporsteigen lassen kann und so oftmals in kurzer Zeit seinem Besitzer mehr Öl zubringt, als er haben möchte, ja, weite Strecken verwüsten kann. Ein schauerliches Bild bietet sich dem Auge, wenn eine derartige Ölquelle in Brand gerät; meilenweit ist die blutrote Flamme sichtbar, und Wolken schwarzen Rufses steigen von ihr gen Himmel, um sich als ein alles bedeckender Regen bald wieder zur Erde hinabzusenken. Ein solcher Springbrunnen bei Balachana lieferte 1891 in 24 Stunden 3270 t, ein anderer rund 4900 t in derselben Zeit. Ein 1879 angebohrter Springquell füllte innerhalb einer Stunde ein 4000 Ctr. fassendes Bassin, und unlängst verursachte ein solcher der Firma Gebr. Nobel 16 000 000 Rubel Schaden, da die Besitzer der benachbarten Bohrtürme während des Monats, da er sprang, 20 000 bis 60 000 Rubel täglich forderten und erhielten.

Das rohe Erdöl, das in ganz Kaukasien mit dem Namen Naphtha bezeichnet wird, hat eine schmutzig braune oder grünliche Farbe und

ist wegen der beigemischten leichtflüssigen Öle und brennbaren Gase sehr feuergefährlich. Es besteht fast nur aus Kohlenwasserstoffen, von denen die unter 150 oder 200 ° siedenden vorzugsweise der gesättigten, die höher siedenden der ungesättigten Reihe dieser organischen Verbindungen angehören. Infolge seiner chemischen Zusammensetzung ist das russische Petroleum dem amerikanischen an Qualität nachstehend, da es viel mehr schwere Kohlenwasserstoffe und daher viel mehr Rückstände (64:15 pCt.), dagegen weniger Leuchtöle (30:75 pCt.) enthält. Um die verschiedenen Bestandteile von einander zu trennen, unterwirft man sie der sogenannten fraktionierten Destillation, d. h. man erwärmt das Öl allmählich, fängt die bei gewissen Temperaturen gasförmig werdenden Öle gesondert auf und führt sie durch Abkühlung wieder in den flüssigen Aggregatzustand zurück. Dieser Destillation folgt dann noch eine Reinigung der Produkte, die Raffination im engeren Sinne.

Ebenso wie in Amerika war es auch in Baku ein Deutscher, Dr. Moldenhauer, ein Schüler Liebigs, der nach den Angaben seines Lehrers die erste Raffinerie in der Nähe des letzten Tempels der Feueranbeter ins Leben rief und in Betrieb setzte.

Heute sind im „Schwarzen Baku" über 150 derartige Anlagen thätig, von denen weitaus die bedeutendsten der Firma Gebr. Nobel gehören, und ein ganzes Gewirr von Röhren von 10 cm und mehr Lichtweite führt das schwarze Blut unter einem Drucke von mehreren Atmosphären von den Quellen dorthin.*)

Die zahlreichen, heute so wertvollen Produkte, die die moderne Chemie aus dem russischen Erdöl darzustellen weifs, lassen sich in die vier Hauptgruppen: Benzine, Leuchtöle, Schmieröle und Rückstände einreihen. Erstere, die man auch wohl als Essenzen bezeichnet, sieden bei einer Wärme bis zu 150 ° und kommen unter verschiedenen Namen (Petroläther, Gasolin, Benzin, Ligroïn, Putzöl u. s. w.) in den Handel; sie finden zur Beleuchtung in eigens hergestellten Lampen, zur Bewegung von Motoren, zum Lösen und Ausziehen von harzigen Stoffen und anderen Zwecken vielseitige Anwendung.

Die zwischen 150 ° und 300 ° C. siedenden Anteile sind Brennöle. Da die Anwesenheit von leicht flüchtigen Bestandteilen die Ex-

*) Die Firma Gebr. Nobel lieferte im ersten Halbjahr des Jahres 1900 43 Mill. Pud, die Gesellschaft A. J. Mantaschew über 25 Mill. Pud, die Kaspi-Schwarzmeer-Gesellschaft 19½ Mill. Pud, die Bakuer Naphtagesellschaft fast 17 Mill. Pud, Tumajew u. Co. fast 8 Mill. Pud u. s. w. Im Vergleiche mit der ersten Hälfte des Vorjahres zeigt sich eine Zunahme der Erdölproduktion auf Apscheron um 11656000 Pud.

plosionsgefahr in sich birgt, unterliegt das im Handel vorkommende Petroleum bekanntlich einer staatlichen Aufsicht und Prüfung, durch die festgestellt wird, bei welcher Temperatur es sich entzündet. Solches Petroleum, das unter 21° C. brennbare Gase abgiebt, mufs in Deutschland mit der Bezeichnung: „Nur mit besonderen Vorsichtsmafsregeln zu Brennzwecken verwendbar“ versehen sein. Die nach der Destillation noch bleibenden Verunreinigungen werden mit Schwefelsäure zum grofsen Teile entfernt und sammeln sich als schwarzer Schlamm an der Oberfläche. Im Jahre 1893 waren drei Säurefabriken in Betrieb, die teils sizilianischen Schwefel verarbeiten, teils diesen aus den Verunreinigungen wieder gewinnen. Das durch Säuren und dann noch durch Laugen gereinigte Erdöl ist eine fast farblose, schön blau fluoreszierende Flüssigkeit, deren Entzündungstemperatur zwischen 38° und 43° liegt.

Der Hauptwert des russischen Erdöls neigt sich aber in neuerer Zeit den bei noch höherer Temperatur erzielten Schmierölen zu, mit denen Baku heute fast die ganze Welt versorgt. Sie haben vor allen anderen die Vorzüge, dafs sie weder sauer noch ranzig werden. Zahlreiche Sorten (Spindel-, Cylinderöle u. a.) kommen von dort aus heute in den Handel. Von besonderer Bedeutung sind die Heifsdampfcylinderöle; ihre Entzündungstemperatur liegt höher als 360°, und sie eignen sich deshalb ganz besonders für Maschinen, die mit überhitztem Dampf arbeiten.

Auch die Rückstände, aus den noch schweren flüchtigen Ölen und anderen Stoffen bestehend, für die man früher so gut wie keine Verwendung hatte, haben sich im letzten Jahrzehnt als sehr wertvoll erwiesen. Durch besondere Zerstäubungsapparate, „Forsunka“ genannt, wird das Öl zerblasen, und es verbrennt dann, mit Wasserdampf gemengt, fast ohne Rufs mit einer sehr heifsen Flamme. Jährlich werden fast 4 Millionen Tonnen Rückstände aus Baku ausgeführt. Zahlreiche Fabriken, die südrussischen Eisenbahnen und die Dampfer auf der Wolga und dem Kaspischen Meere benutzen fast ausschliefslich diese Massutfeuerung, mit der auch die Marineverwaltungen Deutschlands, Österreichs und Frankreichs Versuche angestellt und teilweise sehr gute Erfolge erzielt haben. Diese Verwendung der früher fast wertlosen Rückstände ist für das Land deshalb von der gröfsten Bedeutung, weil die Steinkohle dort selten und auch Holz stellenweise schwer zu haben ist, während andererseits im Ural und Kaukasus ungeahnte Erzschätze (Eisen, Blei, Kupfer, Platin und Gold) liegen, deren Förderung jetzt einen lebhaften Aufschwung erfährt.

Gleichen Schritt mit der wachsenden Bedeutung der russischen Erdölquellen hat auch die Entwickelung des Transportwesens gehalten. Zahlreiche Tankdampfer, in die das Öl hineingepumpt wird, bevölkern das Kaspische Meer und den Lauf der Wolga, wo die Firma Gebr. Nobel eine Art Monopol ausübt; noch mehr befördern die Cisternenwagen der 1883 eröffneten Eisenbahn, die, dem Thal der Kura nach Westen folgend, über Tiflis nach Batum ans Schwarze Meer führt.

Bis zum Jahre 1806, wo Rufsland dauernd in den Besitz Bakus gelangte, waren die Erdölquellen im Besitz des Chans, der ihre Ausbeutung Pächtern übertragen hatte. Die russische Regierung hob erst 1873 dieses System auf, und die Produktion stieg schon in den nächsten Jahren rasch auf das Dreifache. Heute beträgt sie mehr als das 200fache der damaligen Förderung, ein Erfolg, der, abgesehen von der technischen Vervollkommnung der Apparate und der vermehrten Verwendungsfähigkeit des Produktes, einerseits der 1878 erfolgten Aufhebung einer schwer lastenden Steuer zu verdanken ist, andererseits der Eröffnung der oben erwähnten Eisenbahn und überhaupt der Verbesserung der Transportmittel und -Wege.

Nach den Berechnungen des Schatzamtes zu Washington betrug 1898 die gesamte Erdölproduktion 225 Millionen Hektoliter, die sich folgendermafsen auf die wichtigsten in Betracht kommenden Länder verteilte:

Vereinigte Staaten . . .	rund	110 500 000	hl
Rufsland	„	102 000 000	„
Österreich	„	4 000 000	„
Sumatra	„	3 240 000	„
Java	„	1 350 000	„
Kanada	„	1 300 000	„
Rumänien	„	1 080 000	„
Indien	„	870 000	„
Japan	„	360 000	„
Deutschland	„	315 000	„

Vergleichen wir zum Schlufs die Menge des 1895 aus den Vereinigten Staaten nach Deutschland eingeführten Petroleums (7 492 577 dz) mit dem aus Rufsland kommenden (550 783 dz), so sehen wir, dafs die amerikanische Einfuhr ca. $13^1/_3$ mal gröfser ist als die russische. Zahlen aus späteren Jahren stehen mir augenblicklich nicht zur Verfügung; das Verhältnis wird sich aber wohl wesentlich zu Gunsten des russischen Erdöls verschoben haben. Zwar ist dieses bedeutend

billiger als das amerikanische; dafs es aber trotzdem noch nicht im Kampf um die Gunst der Abnehmer den Sieg errungen hat, liegt zum Teil daran, dafs unsere Brenner eigens für das amerikanische Brennöl eingerichtet sind, vor allem aber hat das wohl darin seinen Grund, dafs die amerikanische Standard Oil Company zu fest bei uns eingeführt ist und den ganzen Markt beherrscht.





Die mittlere Geschwindigkeit und Entfernung der Sterne ist kürzlich von Kapteyn unter der Voraussetzung regelloser Verteilung der Bewegungsrichtungen und unter Annahme des Ortes $\alpha = 276^0$, $\delta = + 34^0$ als Zielpunkt der Sonnenbewegung ermittelt worden. Es ergab sich dabei, dafs die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung 16,7 km, die mittlere Sterngeschwindigkeit dagegen 31,1 km in der Sekunde beträgt. Für die mittlere Parallaxe der Sterne der verschiedenen Gröfsenklassen wurde die Untersuchung derart geteilt, dafs die Sterne der ersten und zweiten Spektralklasse gesondert behandelt wurden, wobei sich eine erheblich gröfsere Nähe der sonnenähnlichen Sterne vom zweiten Typus herausstellte. Die folgende Tabelle giebt eine kurze Übersicht über die Ergebnisse, wobei daran erinnert sei, dafs die Parallaxe den Winkel bedeutet, unter welchem von den betreffenden Sternen aus der Halbmesser der Erdbahn erscheint, und dafs bei kleinen Werten dieses Winkels die Entfernung in demselben Mafse wächst, als der Winkel kleiner wird. Einer Parallaxe von 0,″1 entspricht eine Entfernung von 2062600 Sonnenweiten.

Gröfse	Mittlere Parallaxe der Sterne vom	
	I. Typus	II. Typus
2	0,″032	0,″072
4	0,″016	0,″036
6	0,″008	0,″018
9	0,″003	0,″006

Man kann demnach sagen, dafs die Sterne vierter Gröfse im Durchschnitt gerade doppelt so weit entfernt sind als die zweiter Gröfse, und dafs sich bei weiterem Fortschreiten um zwei Gröfsenklassen die Entfernung wiederum verdoppelt. Die sonnenähnlichen Sterne aber sind durchweg etwas weniger als halb so weit wie die Siriussterne gleicher Helligkeit. F. Kbr.



Ein neues Prinzip bei der Anlage von Blitzableitern.

Der Baurat Findeisen war vor einigen Jahren von der württembergischen Behörde aufgefordert worden, zu untersuchen, ob eine regelmäfsige Prüfung der Blitzableiteranlage an den staatlichen Gebäuden angemessen sei. Das Resultat seiner Studien war, dafs eine solche Prüfung weit den Betrag des durch Blitzschläge durchschnittlich verursachten Schadens übersteigen würde (etwa 10000 M. jährlich gegenüber 200 M.). Er kam aber aus dem Studium mehrerer Blitzschläge zu dem Resultat, dafs das ganze bisherige System der Blitzableiter zu verwerfen sei. Dieses System beruht auf zwei Gedanken: Erstens strömt eine durch elektrische Influenz angesammelte Elektrizitätsmenge aus einer Spitze aus, ohne die zu einer Funkenentladung nötige Spannung zu erreichen. Wenn man also den einer Gewitterwolke nahen Gebäudeteilen die Form einer Spitze giebt, so kann sich dieses Gebäude nicht elektrisch laden, es kann kein Blitz entstehen. Wenn aber zweitens die Spitze nicht gut wirkt, wenn sie nicht spitz genug ist, so mufs dem Blitz, der die höchste Stelle des Hauses trifft, eine gute metallene Leitung geboten werden, auf der er in die Erde gelangen kann.

Das neue Prinzip, das nach Findeisen den Blitzschutz-Einrichtungen zu Grunde liegen sollte, ist folgendes: Wenn ein Körper elektrisch geladen wird, so befindet sich elektrische Spannung nur auf seiner Oberfläche, das Innere ist spannungsfrei. Man sollte also nicht eine Stange mit vergoldeter oder platinierter Spitze aufsetzen, an die sich ein Kupferkabel anschliefst, das bis in das Grundwasser führt, sondern man sollte alle Metallteile des Daches und der Wände untereinander gut leitend verbinden. Das Kupferkabel kann doch nicht geradlinig zur Erde geführt werden, jeder Bogen aber giebt Selbstinduktion, macht also diese Strecke für den Blitz schwerer gangbar als eine geringe Luftstrecke zum Hause hinüber. Wenn nun noch der Gewitterregen das Dach und andere vorspringende Teile des Hauses mit einer Wasserschicht bedeckt, so hat der Blitz hier oft einen besseren

Weg zur Erde als durch das Ableitungskabel. Sind aber alle Metallteile der Oberfläche unter sich in guter Verbindung, so ist nach Findeisen ein viel besserer Blitzschutz gegeben als durch die Auffangestange mit ihrer teuren, goldenen Spitze und dem Kabel. A. S.



Hochgradige Thermometer.

Bekanntlich hat die Firma Schott u. Gen. in Jena in den letzten Jahren Glassorten fabriziert, die sich durch sehr hohe Schmelztemperatur auszeichnen. Damit hat Niehls Quecksilber-Thermometer angefertigt, deren freier Raum Kohlensäure enthält, so dafs durch den Druck dieses Gases die Siedetemperatur des Quecksilbers bedeutend erhöht wird. Die physikalisch-technische Reichsanstalt aicht solche Thermometer bis auf ca. 575° C. Eine weitere Steigerung schien nicht möglich, da nach dem Urteil der Fabrikanten Glassorten mit noch höherem Schmelzpunkt nicht zu erwarten waren.

Nun findet sich in Compt. rend. 1900 eine Angabe von Dufour und Gautier über die Verwendung von Quarz hierzu. Bekannt sind die Quarzfäden, die Boys aus erweichtem Quarz gefertigt hat und die vielfache Verwendung statt der Coconfäden finden. Da nun hierbei Quarz weich wie erhitztes Glas wird, so lag die Möglichkeit vor, auch andere Gegenstände daraus herzustellen, die sonst aus Glas gefertigt werden. Dufour giebt ein von ihm hergestelltes Quarzthermometer an, das mit Zinn gefüllt ist und für die Temperaturen 240°—580° C. dient. Da aber Quarz erst bei über 1000° C. weich wird, so hat man hier ein Thermometer, das bis 900° brauchbar sein dürfte.

Im Anschlufs an diese Notiz giebt Armand Gautier an, dafs er schon 1869 Quarzröhren zu Thermometern verwendet habe. A. S.



Pneumatische Röhren.

Die Naturw. Wochenschrift (1900 Nr. 32) berichtet über einen Plan, eine der Rohrpost ähnliche Einrichtung zu schaffen, die für den Paketverkehr dienen soll. In einigen grofsen amerikanischen Städten hat sich danach die Einrichtung seit 6—7 Jahren so gut bewährt, dafs ihre weitere Ausdehnung und Einführung auch in Europa bevorsteht.

Von einer Zentrale, die die erforderliche Druckluft liefert,

gehen Rohrleitungen aus und wieder dorthin zurück. In New-York, Brooklyn, Boston, Philadelphia beträgt der Durchmesser der Röhren 8″, in der letzteren Stadt geht man jetzt zu 12″ Durchmesser über. Die durch diese Röhren beförderten Büchsen wiegen leer 6 kg und fassen ca. 13 l, die Geschwindigkeit der Fortbewegung beträgt ca. 1,5 km in der Minute. Für das Anhalten auf einer Zwischenstation ist folgende Einrichtung angegeben: An der Stirnseite der Büchse befindet sich eine Scheibe von solcher Gröfse, dafs sie auf einer bestimmten Station den Raum zwischen den Enden einer elektrischen Leitung schliefst, worauf dieser Strom die Büchse aus dem Rohr herausbefördert.

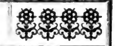
Es leuchtet ein, dafs eine solche Anlage für den Stadtpaketverkehr aufserordentlich vorteilhaft sein mufs, wenn sie auch kaum, wie der Referent in der Nat. Wochenschr. angiebt, im stande sein dürfte, Porzellan, Eier, Hunde, Katzen, „vielleicht auch kleine Kinder“ zu befördern. A. S.



Um Frostschäden an Wassermessern zu verhüten, legen Siemens & Halske, wie in den Nachrichten der Gesellschaft (1900 No. 2) angegeben ist, in den Wasserbehälter hohle Cylindersektoren aus Blech hinein. Wenn das gefrierende Wasser sich ausdehnt, so drückt es einen oder mehrere dieser Hohlkörper ein, beschädigt aber den Wassermesser nicht.

Einen auf ähnlichem Prinzip beruhenden Schutz für Wasserleitungen giebt das Centralblatt der Bauverwaltung an. Die aus zähem Eisen oder Stahl gefertigten Röhren werden plattgedrückt, so dafs ihr Querschnitt oval wird und sich verringert. Beim Einfrieren nehmen sie dann einen mehr oder weniger kreisförmigen Querschnitt an und bieten infolge dessen dem Wasser einen gröfseren Raum dar. Vorversuche können bei jeder Eisensorte zeigen, ob die Kreisform dann bestehen bleibt oder nicht, ob also der Frostschutz nur einmal oder ob er immer wirkt.



 Himmelserscheinungen. 

Übersicht der Himmelserscheinungen für Dezember und Januar.

Der Sternhimmel. Im Dezember und Januar ist um Mitternacht der Anblick des Himmels folgender: In Kulmination sind Eridanus, Orion, Fuhrmann, im Januar die Zwillinge, kleiner Hund und Luchs. Orion mit den angrenzenden Sternbildern ist mit Anbruch des Abends sichtbar, Sirius zwischen $6\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$ h, der grofse Löwe (Regulus) geht zwischen $7\frac{1}{2}$—$9\frac{1}{2}$ h auf, Spica (Jungfrau) sowie Bootes folgen in den Morgenstunden zwischen 11 h abends bis 2 h morgens; die Wage geht zwischen 3—4 h, der Skorpion noch 2 Stunden später auf. Der Stier steht um Mitternacht im Meridian, er geht zwischen $4\frac{1}{4}$—$6\frac{1}{4}$ h morgens unter, der Walfisch mehr als 2 Stunden früher. Pegasus geht bald nach Mitternacht unter; Wassermann und Adler verschwinden in den ersten Abendstunden (7—10 h) unter dem Horizonte. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um Mitternacht:

1. Dezember	μ Eridani	(3. Gr.)	(AR.	4 h 40 m,	D.	— 3° 26
8. „	α Aurigae	(1. Gr.)		5 9		+ 45 54
15. „	σ Orionis	(4. Gr.)		5 34		— 2 39
22. „	ν „	(5. Gr.)		6 2		+ 14 47
29. „	γ Geminor.	(2. Gr.)		6 32		+ 16 29
1. Januar	ϑ „	(3. Gr.)		6 46		+ 34 5
8. „	λ „	(4. Gr.)		7 12		+ 16 43
15. „	β „	(1. Gr.)		7 39		+ 28 16
22. „	ι Navis	(3. Gr.)		8 3		— 24 1
29. „	δ Cancri	(4. Gr.)		8 39		+ 18 31

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind folgende vom Algoltypus:

Mira Ceti	(Helligkeit 2.—9. Gr.)	(AR.	2 h 14 m,	D.	— 3° 26
Algol	(„ 2.—4 „)		3 2		+ 40 34
λ Tauri	(„ 3.—4. „)		3 55		+ 12 12
R Canis maj.	(„ 6.—7. „)		7 15		— 16 12

ferner folgende variable Sterne:

R Trianguli	(Max. 6. Gr. am 29. Dez.)	(AR.	2 h 31 m,	D.	+ 33° 50
ε Aurigae	(irregul. 3.—4. Gr.)		4 55		+ 43 40
δ Orionis	(„ 2.—3. „)		5 27		— 0 22
η Geminor.	(Per. 229 Tg. 3. 4. Gr.)		6 9		+ 22 32
U Monocer.	(Max. 7. Gr. am 17. Dezbr.)		7 26		— 9 23
R Cancri	(„ 6. „ „ 31. „)		8 11		+ 12 2
R Leonis min.	(Per. 375 Tg. 6.—11. Gr.)		9 39		+ 34 58

Die Planeten. Fünf Planeten, Merkur, Venus, Jupiter, Saturn und Uranus, befinden sich zwischen den Sternbildern der Wage und des Schützen und sind demgemäfs nur am Morgenhimmel sichtbar. Um Mitte Januar findet man diese 5 Planeten leicht, indem man sich eine Linie von dem Sterne ω Ophiuchi (5° nördl. von Antares) zum Sterne χ des Schützen gezogen denkt; in dieser Linie stehen die Planeten, von West nach Ost gezählt, in folgender Reihe: Uranus, Venus, Jupiter, Saturn und am östlichsten Merkur. Gegenseitige Annäherungen der Planeten finden folgende statt: Am 22. Dezember von Merkur an Uranus, am 30. an Jupiter; am 3. Januar von Venus an Uranus, 15. an Jupiter, 24. an Saturn, und am 7. Januar von Merkur an Saturn. — Merkur,

von der Wage in den Skorpion und Schützen laufend, ist Mitte Dezember einige Zeit vor Sonnenaufgang zu sehen. — Venus ist Morgenstern in der Wage und im Ophiuchus, im Dezember nach 4 h morgens, im Januar nach 6 h sichtbar. — Mars, im grofsen Löwen, ist die ganze Nacht sichtbar; er geht Anfang Dezember gegen 10½ h abends, Anfang Januar um 9½ h, Ende Januar nach 7 h abends auf. — Jupiter, im Schützen, wird erst im Januar besser sichtbar zwischen 6—7 h morgens. — Saturn, nicht viel später als Jupiter aufgehend, wird ebenfalls erst in der zweiten Hälfte Januar besser sichtbar. — Uranus, im Ophiuchus, ist im Januar nach 6 h morgens, Ende Januar bald nach 4½ h sichtbar. — Neptun, zwischen ζ Tauri (3. Gr.) und η Geminor. (3 Gr.) ist die ganze Nacht, bis in die Morgenstunden (Ende Januar bis 5 h morgens) sichtbar.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt	Austritt
5. Dezemb.	ω^2 Tauri	5. Gr.	7 h 5 m abends	7 h 54 m abends
10. „	$\varkappa$ Cancri	5. „	9 50 „	10 50 „
15. Januar	ι Librae	5. „	3 30 morg	4 18 morg.
28. „	13 Tauri	5. „	9 24 abends	—
31. „	χ^1 Orionis	5. „	3 32 morg.	4 25 morg.

Mond. Berliner Zeit.

			Aufg.		Unterg.	
Vollmond	am	6. Dezemb.	Aufg.	4 h 1 m nachm.	Unterg.	8 h 42 m morg.
Letztes Viert.	„	13. „	„	Mitternacht	„	11 53 „
Neumond	„	22. „		—		—
Erstes Viert.	„	29. „	„	11 26 vormitt.	„	12 16 abends
Vollmond	„	5. Januar	„	5 2 nachm.	„	8 33 morg.
Letztes Viert.	„	12. „	„	(13.) 1 3 morg.	„	10 58 vorm.
Neumond	„	20. „		—		—
Erstes Viertel	„	27. „	„	10 27 vormitt.	„	0 44 morg.

Erdnähe: 3. und 30. Dezember, 24. Januar.
Erdferne: 15. Dezember und 12. Januar.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung.	Sonnenaufg. f. Berlin.	Sonnenunterg. f. Berlin.
1. Dezember	16 h 39 m 24.0 s	— 10 m 55.9 s	6 h 57 m	3 h 48 m
8. „	17 6 59.9	— 8 4.9	7 59	3 44
15. „	17 34 35.8	— 4 50.6	8 7	3 44
22. „	18 2 11.7	— 1 22.6	8 11	3 46
29. „	18 29 47.6	+ 2 6.3	8 14	3 51
1. Januar	18 41 37.2	+ 3 32.9	8 13	3 54
8. „	19 9 13.1	+ 6 42.6	8 11	4 2
15. „	19 36 49.0	+ 9 27.9	8 7	4 13
22. „	20 4 24.9	+ 11 41.3	7 59	4 25
29. „	20 32 0.8	+ 13 16.7	7 50	4 37





Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik. Jahrgang 1900. Verlag von Wilhelm Knapp. Halle.

Auch der Jahrgang 1900 des von Dr J. M. Eder herausgegebenen Buches tritt nach Ausstattung und Vollständigkeit, wie Gediegenheit des Inhaltes seinen Vorgängern vollwertig an die Seite. Das Werk wird schon insofern stets einem wirklichen Bedürfnis entsprechen, als es bei der Fülle des Publizierten und der Zerstreuung des Lesenswerten in den verschiedenen Zeitschriften nicht jedem Interessenten möglich ist, alles zu lesen, was ihn angeht. Wer findet z. B. heutzutage aus den Anpreisungen der auf den Markt gebrachten photographischen Papiere noch heraus, wer hat Zeit dazu, alle Fortschritte auf dem Gebiet der Tonung, der Lichtpausverfahren, der Platinotypie, des Pigment-, Gummi- und Kohledruckes und andere Dinge mehr zu verfolgen. Der Fach- und Geschäfts-Photograph sicher nicht. Für ihn ist das Werk ein vorzügliches Nachschlagebuch und ein zuverlässiger Ratgeber. Aber auch in der Wissenschaft wird überall da, wo die Photographie hilfreiche Hand leistet, das Jahrbuch sehr willkommen sein, namentlich in Hinsicht auf das reiche Material an Originalbeiträgen. In ihnen kommt denn auch die Theorie nicht zu kurz weg. Wir verweisen u. a. besonders auf Abeggs Beitrag zur Theorie der Entwickelung, welcher der Streitfrage um die Silberkeimtheorie und Silbersubbromidtheorie näher tritt. Beide Theorien finden sich übrigens für jeden, der sich über sie orientieren will, in einem in leichtfaſslicher Form gehaltenen Aufsatz von Eder trefflich gegenübergestellt. Die Referate über die Heilwirkung der Röntgenstrahlen (jedenfalls ein mehr als strittiges Gebiet) und über die Becquerelstrahlen treten wohl etwas aus dem Rahmen des Buches heraus, sind aber, besonders letzteres, sehr lesenswert, wie das bei der Person des Referenten (Elster in Wolfenbüttel) nicht anders sein kann. — Daſs — last not least — auch der Amateur in dem Werke viel für seine Zwecke findet, spricht für die Vielseitigkeit desselben. Wir wünschen dem Buch auch in diesem Jahre den Erfolg, den es verdient.

B. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Über Gewitter und Blitzableiter.*)

Von Professor F. Neesen in Berlin.

Jahraus, jahrein werden durch Blitzschlag so gewaltige Schäden an Leib und Gut hervorgerufen, dafs die in allen Ländern bemerkbare Furcht vor dem Gewitter gerechtfertigt erscheint.

So sind in den Vereinigten Staaten von Nordamerika vom Blitz erschlagen im Jahre 1892: 251 Personen, 1893: 209. Der materielle Schaden machte während der 5 Jahre von 1885 bis 1890 6,3 % aller Brandschäden aus und betrug jährlich 1½ Mill. Dollars, also rund 6 000 000 Mark. Die gleiche Ziffer an materiellem Verlust trifft nach den Veröffentlichungen im Reichsanzeiger für das Königreich Preufsen zu.

Dieser Furcht vor dem Gewitter ist aber ein grofser Teil ihrer Berechtigung entzogen, seitdem klar erkannt wurde, mit welcher Naturkraft wir es beim Blitz und Donner zu thun haben, und als Folge dieser Einsicht die Mittel gefunden sind, unsere Häuser vor Blitzschaden zu schützen.

Der Name Benjamin Franklin bleibt für immer mit dieser Erkenntnis und unserem Blitzschutze, dem Blitzableiter, verknüpft. Franklin bewies, dafs Blitz und Donner Folgen von elektrischen Entladungen sind. Es entstehen zeitweise so gewaltige elektrische Ladungen und Spannungen in der Atmosphäre, wie sie die uns bisher zur Verfügung stehenden Apparate auch nicht annähernd wiedergeben. Wir müssen uns bei diesen mit Funken von 1—2 m Länge begnügen, dagegen haben Blitze gewöhnlich eine Länge von mehreren Kilometern; man will sogar eine Länge bis zu 47 km beobachtet haben.

Nicht allein bei Gewittern finden sich elektrische Ladungen in der Atmosphäre vor; jederzeit ist die Luft elektrisch. Um diesen Zustand zu erkennen, wird eine Vorrichtung, welche geeignet ist, die

*) Vortrag, gehalten in der Urania am 31. Oktober 1900.

Ladung der Luft aufzunehmen, an dem auf seinen elektrischen Gehalt zu prüfenden Orte aufgestellt und mit einer Anzeigervorrichtung für elektrische Ladungen, einem Elektroskope, verbunden. Als solches braucht man meistens bei dieser Unternehmung den Exnerschen Apparat oder einen ähnlichen, welcher auf der Auseinanderbewegung zweier gleich geladener leichter Blätter beruht. Die Vorrichtung, welche die Ladung aufnehmen soll, mufs Metall sein; doch genügt einfaches Metall nicht. Wird z. B. ein Bunsenbrenner aufgestellt und mit dem Elektroskop verbunden, so zeigt das Elektroskop unter normalen Verhältnissen kaum etwas. Zündet man den Brenner aber an, so wird ein die Ladung der Luft anzeigender Ausschlag sichtbar. Denn die Flamme verbraucht Sauerstoff, der fortwährend von der umgebenden Luft herangeschafft wird, und diese Luft führt stets neue Elektrizitätsmengen mit sich. An Stelle des Bunsenbrenners nimmt man auch eine Spiritusflamme, in die ein mit dem Elektroskop verbundener Draht hineinreicht oder eine mit radioaktivem Pulver bestrichene Platte. So kanu man durch Heben oder seitliches Auslegen der Flamme den elektrischen Gehalt an verschiedenen Stellen bestimmen. Es ergeben sich Ladungen, die mit dem Beobachtungsort stark veränderlich sind.

Vermöge der Verschiedenheit der Ladung treten Spannungen zwischen den einzelnen Luftschichten hervor, vorzugsweise in vertikaler Richtung; mit zunehmender Höhe wächst die Spannung gegen die Erde, allerdings in geringerem Mafse wie die Höhe. Die Elektrisierung der Luft ist in der Regel positiv. Dieselbe hängt mit der Bestrahlung durch die Sonne zusammen, wie der Umstand beweist, dafs ein regelmäfsiger Wechsel in der Stärke mit den Tageszeiten eintritt. Am Vormittag und abends nach Sonnenuntergang treten zwei Maxima auf; ebenso ändert sich die Stärke der Elektrisierung mit den Jahreszeiten und zwar so, dafs im Winter die Elektrisierung stärker ist. Einen hervorragenden Einflufs auf die normale Luftelektrizität haben Regen und Schnee. In den meisten Fällen nimmt bei Regen der Elektrizitätsgehalt der Luft ab und schlägt oft sogar in die entgegengesetzte Elektrisierung um, so dafs also die Regentropfen und Schneeflocken als Träger von elektrischen Ladungen angesehen werden müssen, welche meist denen der Luft im normalen Zustande entgegengesetzt sind. Die Regentropfen sind negativ geladen und zerstören daher zunächst die positive Ladung der Luft, elektrisieren dann letztere negativ. Nach Aufhören des Regens verliert sich diese negative Ladung rasch, es erscheint der positive Gehalt wieder.

Unter besonderen Umständen bilden sich ganz aufsergewöhnliche elektrische Ladungen, welche zu Entladungen Veranlassung geben, d. i. zum gewaltsamen Ausgleich elektrischer Spannungen. Solche Entladungen sehen wir im St. Elmsfeuer, im Polarlicht, im Blitze; wir können uns im Versuche die Bedingungen zu diesen verschiedenen Arten des Ausgleichs der Elektrizitäten ansehen.

Eine durch eine Elektrisiermaschine geladene Leydener Flasche giebt bei Entladung in der Luft einen hellen Funken mit starkem Knall. Ähnliche Funken von viel gröfserer Länge und der geknickten Form, welche der Blitz zeigt, giebt ein Induktionsapparat. In luftverdünnten Räumen, z. B. einer Geifslerschen Röhre, ist dagegen die Lufterscheinung ausgebreitet und erfolgt ohne Geräusch. Der Übergang von der einen in die andere Art der Entladung zeigt sich sehr gut im elektrischen Ei, einem eiförmigen Glasgefäfs mit zwei metallischen Zuleitern (Elektroden), welches durch eine Luftpumpe leer gepumpt und dann mittelst eines Hahnes verschlossen wird. Bei grofser Luftverdünnung ist die Entladung ausgebreitet ohne Geräusch; namentlich an der Elektrode, wo negative Elektrizität eindringt, sieht man die ganze Oberfläche von Licht umgeben, ein Zeichen, dafs jene ganz die Entladung übermittelt. Beim Einlassen von Luft bilden sich zunächst zahlreiche dünne Blitze, die sich allmählich verringern, und schliefslich bleibt nur ein Aussprühen kleiner Funken aus den Elektroden, namentlich der positiven.

Letztere Erscheinung ist in der Atmosphäre unter dem Namen St. Elmsfeuer bekannt. Sie wird sich zeigen, wenn durch Luftströmungen stärker elektrisch geladene Luftmassen in die Nähe von festen oder flüssigen Körpern, oder umgekehrt gebracht werden, und dadurch elektrische Spannungen hervorgerufen werden. So sehen wir diese geheimnisvolle Erscheinung an den Spitzen von Kirchtürmen oder den Spitzen von Schiffsmasten, weil die Spitzen der Türme die Ladung des Erdbodens haben und die umgebende Luft diejenige, welche ihrer Höhe über dem Erdboden entspricht. Die günstigsten Bedingungen zum Entstehen solcher elektrischen Spannungs-Unterschiede sind grofse Höhen und niedrige Temperatur. Diejenigen, welche hohe Bergtouren zu machen gewohnt sind, werden dieses St. Elmsfeuer als Funken, welche dem Körper, dem Gletscherpickel u. s. f. entströmen, kennen. Bei den 3500 m hoch gelegenen Bergwerken von Colorado fand ein Beobachter die Ausströmung so stark, dafs ein fortwährend zischendes, als furchtbar bezeichnetes Geräusch die Luft erfüllte, und dafs des Nachts die Viehherden von dem von

ihnen ausstrahlenden Lichte hell erleuchtet waren. Einen wunderbaren Anblick mufs ein von Finley beobachtetes Schneetreiben gewährt haben, bei welchem anscheinend ein Feuerregen auf die Erde fiel, weil jede Flocke von einer Feuererscheinung eingehüllt war.

Unter Umständen nimmt das St. Elmsfeuer auch kräftigere Formen an. So sind von Prohaska in dem Unterkunftshause des Schafberges, allerdings während eines Gewitters, also bei besonders starken Ladungen, vor jedem Blitze bis zu 2 m lange Flammen beobachtet worden, die vom Plafond des Treppenhauses, oben breit, unten spitz zulaufend, zur Treppe herabzüngelten. Nach jeder Blitzentladung verschwanden die Flammen.

Weithin verbreitete Entladungen von berückender Schönheit,

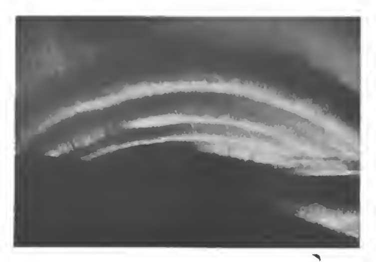


Fig. 1.

welche denjenigen entsprechen, die in luftverdünnten Räumen erscheinen, geben die Polarlichter. Dieselben sind in unseren Breiten sehr seltene, in den Polargegenden sehr häufige Gäste, namentlich zur Winterszeit. Man nennt sie Nord- oder Südlichter, je nachdem sie im Norden oder Süden der Erde erscheinen. Die typische Form ist ein bogenförmiges Lichtband, aus welchem Lichtstrahlen nahe dem Zenith emporschiefsen und dessen Mittelpunkt im magnetischen Pole der Erde zu liegen scheint. In der Lichterscheinung treten bald rascher, bald langsamer verlaufende Änderungen ein; so bilden sich neben der typischen die mannigfachsten andersgestalteten Formen.

Der Güte des Direktors am meteorologischen Institute in Kopenhagen, Herrn Paulsen, ist es zu danken, dafs eine einzig dastehende Sammlung von naturgetreuen Abbildungen in den Räumen der Urania ausgestellt werden konnte. Dieselben sind vom Maler Herrn Grafen

Moltke auf der vorjährigen, unter Führung von Herrn Paulsen nach Island zur Erforschung der luftelektrischen Verhältnisse ausgesandten Expedition aufgenommen worden. Die Figuren 1—3 geben drei dieser Bilder wieder.

Dafür, dafs bei den Polarlichtern eine Entladung in luftverdünnten Räumen vor sich geht, spricht die ganze verbreiterte Ausdehnung der Lichterscheinung im Gegensatze zu dem St. Elmsfeuer, ferner der Umstand, dafs ein Geräusch gleich dem des Donners bei einem Nordlicht noch nie beobachtet ist. Weiter ergeben die Messungen, dafs die Lichterscheinungen stets in grofsen Höhen erfolgen, wo die Luft in der



Fig. 2.

That sehr verdünnt ist. Herr Paulsen bestimmte bei einem Nordlicht die Höhe des ruhigen Bogens auf 400 km. Allerdings mufs dieses Nordlicht aufsergewöhnlich hoch gewesen sein, denn bei demselben war ein Einflufs auf die Magnetnadel sehr schwach, während dieselbe gewöhnlich starke Schwankungen während des Aufleuchtens erfährt.

Wie die Vergleichung der Nordlichtspektra mit den Spektren von Entladungen in luftverdünnten Räumen in der neuesten Zeit gezeigt hat, ist es glühender Stickstoff, welcher beim Polarlicht leuchtet.

Es gleichen sich im Polarlichte sehr allmählich elektrische Spannungen aus, denn die Erscheinung dauert im Gegensatz zu dem momentanen Blitze stundenlang.

Auch ist es Lemström gelungen, in Lappland künstlich Nord-

lichterscheinungen zu erzeugen, indem er viele Metallspitzen nebeneinander auf hohen Gestellen anordnete und zur Erde ableitete. Das ihnen entströmende St. Elmsfeuer gab das Lichtband und die zum Zenith gehenden Strahlen.

Plötzlich anschwellende elektrische Ladungen in der Nähe der Erde veranlassen die Entladung unter Blitz und Donner beim Gewitter. Der Blitz ist ein linienförmiger Funke, bei welchem die durchschlagenen Luftteile infolge von Erwärmung leuchten. Der Donner entsteht dadurch, dafs sich die Luft in der Blitzbahn erwärmt,



Fig. 3.

deswegen ausdehnt und bei dieser Ausdehnung eine Abkühlung erfährt. Der Druck in diesem Luftraume nimmt somit ab; und nun schlägt die umgebende Luft in diesen luftverdünnten Raum, erhitzt sich hierbei und erfährt dadurch eine Drucksteigerung, vermöge deren sie sich wieder ausdehnt und so fort. Die derart entstehenden Luftschwingungen geben den Knall, welcher durch Reflexion an den Wolkenwänden eine Verlängerung der Dauer erfährt und so in den grollenden Donner übergeht.

Beim Blitze beobachten wir neben der Linienform eine verbreiterte Form, die dem Wetterleuchten entspricht, deren Grund gleichfalls in einer vielfachen Zurückwerfung, nämlich in der des eigentlichen Blitzlichtes an den verschiedenen Wolkenwänden zu suchen ist, gerade so wie bei den mehrfachen Spiegeln von Schaufenstern und opti-

schen Irrgärten die Bilder eines und desselben Gegenstandes vervielfacht nebeneinander erscheinen.

Eine andere jetzt als sicher bestätigte Blitzform ist die des Kugelblitzes. Das Wesen derselben hat noch nicht ganz aufgeklärt werden können. Vermutlich handelt es sich um losgerissene feste Teile, z. B. Metallteile, welche bis zum Glühen erhitzt sind und eine stark erwärmte Luftmenge einschliefsen. Dieselben bewegen sich langsam vermöge der Geschwindigkeit beim Losreifsen und der Verschiedenheit des Luftdruckes, bis sie unter Einflufs der zunehmenden Abkühlung schliefslich zerplatzen.

Die Zahl der Gewitter ist in einem stetigen Steigen begriffen. So hatte nach einer statistischen Zusammenstellung des Kgl. preufsi-



Fig 4.

schen meteorologischen Instituts das Jahr 1886 für Preufsen 187 Gewittertage, 1896 aber 241, also etwa 30 pCt. mehr. Die Verteilung der Gewitter ist dabei aufserordentlich verschieden; sie wird bekanntermafsen bedingt durch die Jahreszeit und dann durch die örtlichen Verhältnisse. Im Jahre 1895 war z. B. für Preufsen die gewitterreichste Gegend das Weser-Leine-Gebirge und der Teutoburger Wald. Dann folgt in absteigender Linie das westdeutsche Tiefland bis zur Elbe, die östliche Elb- und Havelniederung, Mecklenburg; besonders gewitterarm war Schleswig-Holstein.

Für 1896 hatte dagegen das östliche Gebirgsland Schlesiens die meisten Gewitter aufzuweisen, das westliche Tiefland viel weniger wie im Jahre 1895. Die geringste Zahl von Gewittertagen zeigte wieder Schleswig-Holstein. Dieser Landesteil ist von jeher gewitterarm gewesen.

Es lassen sich ziemlich sicher drei Arten von Gewittern unterscheiden: die Wärmegewitter, welche eine Folge von starker Erhitzung lokaler Bodenflächen sind und jedenfalls mit den infolge dieser Erhitzung auftretenden vertikalen Luftströmungen zusammenhängen, dann Gewitter, welche Wirbelstürme, wie Tornados, also solche Stürme begleiten, bei welchen sich die Luft um eine vertikale Axe dreht, und schliefslich diejenigen, welche mit den Böen genannten Stürmen, denen eine wirbelnde Bewegung der Luft um eine horizontale Axe zu Grunde liegt, verbunden sind. Bei allen Gewittern finden sich die Anhäufungen der Elektrizität in charakteristischen Wolken nach Art der Fig. 4.

Diese Wolken haben eine gewaltige fortschreitende Bewegung; bis zu 81 km in der Stunde, also Blitzzuggeschwindigkeit, ist beobachtet worden. In wärmerer Jahreszeit soll die Geschwindigkeit des Forteilens kleiner sein wie in kalter.

Wie kommen nun diese elektrischen Ladungen zu stande? Trotz eines aufserordentlichen Aufwandes von Mühe und Zeit, zahlreicher sorgfältigster Beobachtungen sowohl über die normale Elektrizität als auch über die Bedingungen für Gewitter- und Polarlichtbildungen sind wir in unserer Erkenntnis der Ursachen zu nichts Sicherem gekommen. Es scheinen eben mehrere Gründe vorhanden zu sein, welche die elektrischen Ladungen in der Atmosphäre bedingen, so dafs vielleicht wegen dieses Zusammenspieles die Erkennung der wirklichen Ursache in einem bestimmten Falle schwierig ist und hierdurch bedingt wird, dafs die Folgerungen, welche aus der Art der einen Ursache gezogen werden müssen, nicht für alle Fälle passen.

Einige Erklärungen gehen von der Annahme aus, dafs die Erdoberfläche negativ elektrisch geladen ist, ohne sich weiter darum zu kümmern, woher diese Ladung stammt. Diese Ladung soll dann in die Atmosphäre aufsteigen; nach Exner dienen als Träger die Wasserdämpfe, welche sich bekanntlich jederzeit in ungeheuren Mengen von dem Erdboden erheben. Die sogenannte photoelektrische Theorie von Arrhenius, ergänzt von Elster und Geitel, findet dagegen den Grund in der Einwirkung der ultravioletten Strahlen des Sonnenlichtes auf den Erdboden. In der That haben diese Strahlen die Eigenschaft, bei Einwirkung auf negativ elektrisch geladene Körper die Entladung dieser zu beschleunigen. Beide Anschauungen geben Rechenschaft von dem regelmäfsigen Wechsel der Luftelektrizität mit Tages- und Jahreszeit; beide erklären aber nicht alle Erscheinungen, vor allem nicht die, dafs die Luft positiv elektrisch ist. Gegen die Exnersche Hypothese spricht ferner, dafs es bis jetzt experimentell noch nicht nach-

zuweisen gelang, dafs Wasserdampf, welcher von elektrisierten Körpern aufsteigt, elektrische Ladungen aufnimmt.

Über den Grund der elektrischen Ladung der Erde ist man ebenfalls im Unklaren. Nach der ältesten Theorie von Erman und Peltier hat die Erde bei ihrer Bildung als Weltkörper eine solche Ladung erhalten und mufs dieselbe behalten. Die Zerstreuung, welche entweder durch die aufsteigenden Wasserdämpfe nach Exner oder nach Arrhenius durch die Sonnenstrahlung eintreten mufs, wird dadurch wieder ausgeglichen, dafs die niederfallenden Regentropfen oder Schneeflocken dem Erdboden die Elektrizität wieder zuführen. Doch spricht gegen diese Annahme die Erfahrung, dafs sich auf hohen Bergen im normalen Zustande fast gar keine elektrischen Unterschiede in verschiedenen Höhen zeigen, dafs ferner die regelmäfsigen Änderungen, welche bei einer Ladung der Himmelskörper durch die veränderlichen Stellungen letzterer zueinander in dem Gehalte der Luftelektrizität zu erwarten wären, nicht beobachtet sind.

Mehr Wahrscheinlichkeit haben diejenigen Annahmen, welche den Sitz der Erzeugung für die verschiedenen Ladungen in die Atmosphäre selbst verlegen. Hier ist an erster Stelle eine Theorie von Sohncke zu erwähnen, nach welcher die atmosphärische Elektrizität durch die Reibung von Wassertropfen gegen Eisnadeln entstehen soll. Eisnadeln befinden sich in den Cirruswolken, Wassertropfen in den aufsteigenden Luftschichten oder den durch Sturmbewegung fortgeschleuderten Wolken. Schon Faraday hat nachgewiesen, dafs bei einer solchen Reibung das Eis positiv, das Wasser negativ elektrisch wird.

Eine schwerwiegende Bestätigung seiner Gewittertheorie fand Sohncke darin, dafs sich gewöhnlich vor dem Ausbruch eines Gewitters die schon genannten hellen, blendend weifsen Cirruswolken, welche aus Eisnadeln gebildet sind, in gröfseren Mengen zeigen. Durch die dem Gewitter vorhergehende starke Erwärmung des Erdbodens müssen sich aufsteigende Luftströmungen bilden, welche reichlich Feuchtigkeit mit sich führen und daher Anlafs zu dem genannten Reibungsvorgang geben. Jedenfalls giebt diese Hypothese eine zum Teil richtige Deutung von der Entstehung der atmosphärischen Elektrizität.

Eine andere hochinteressante experimentelle Erfahrung ist von Lenard zur Erklärung der Luftelektrizität herangezogen worden. Es wurde von diesem Forscher beobachtet, dafs beim Auffallen der Tropfen eines Wasserfalles auf den Boden die zur Seite geschleuderte Luft

stark negativ elektrisch war. In gleicher Weise mufs also jeder Regen, jeder Schneefall beim Auffallen die Luft negativ elektrisieren. Das abfliefsende Wasser selbst wird positiv sein. Mischt man dem fallenden Wasser Salze bei, so kehrt sich das Zeichen der erzeugten Elektrizität um; die Luft wird positiv. Es würde dieser Umstand eine Erklärung für den besonders stark positiven Gehalt der Luft am Meeresufer geben, weil beim Anschlagen der brandenden Wogen an das Ufer diese Ladung erzeugt wird.

Noch andere Hypothesen sind ersonnen, die aber nicht so wie die beiden vorbenannten durch experimentelle Ergebnisse gestützt werden.

Wie schon erwähnt wurde, liefert aber keine der vorbenannten Deutungen ein stets zutreffendes Bild.

So ist der Grund der starken Regenbildung, welche wir — wenigstens in der Regel — als Begleiterscheinung eines Gewitters kennen, ganz unklar. Ist dieser Regen Folge der elektrischen Entladung, oder umgekehrt die Elektrizitätsanhäufung Folge der Regenbildung? Es scheint das erstere der Fall zu sein, indem nämlich durch den gewaltsamen Vorgang ein sogenannter labiler Zustand, eine allerdings hypothetische Übersättigung mit Feuchtigkeit ausgelöst wird. Hierfür spricht eine Beobachtung von Baudrin, wonach sich beim Steigenlassen eines Versuchsdrachens gegen eine Gewitterwolke zeigte, dafs in dem Augenblicke, in welchem der Drache die 1200 m über dem Erdboden schwebende Wolke berührte, ein lokaler Nebel entstand und Regentropfen niederfielen. Nach dem Einziehen des Drachens hörte der Regen auf.

Unter den mit Blitzschlag verbundenen Schäden ist der unheilvollste der an unserem Leben. Betäubung, Lähmung, meist aber Tod sind Folgen eines den menschlichen oder tierischen Körper treffenden Blitzes. Es stellt sich eine Blutstockung ein, welche zu charakteristischem Hervortreten der Adern Veranlassung giebt; auch Versengung der Haut kommt vor.

Bei leblosen Gegenständen wird zweierlei beobachtet: eine Zündung infolge der Wärmeentwickelung, welche jede elektrische Entladung begleitet, und eine mechanische Zerstörung, die gewaltige Ausdehnung annehmen kann. Meterdicke Mauern werden durchschlagen, ganze Häuserwände von oben bis unten zerspalten, grofse Holzscheite aus Bäumen herausgerissen und viele Meter weit geschleudert. Was der Blitzschlag begonnen, vollendet oft die Gewalt des Wirbelwindes, welcher fast immer eine Blitzentladung begleitet. So wurde z. B. in einem Falle das ganze Dach einer 100 m langen Scheune abgehoben und weit ins

Feld geschleudert, nachdem ein Blitzschlag das Gefüge der Balken gelockert hatte.

Die Bedingungen zu diesen verschiedenartigen Wirkungen kann uns die Funkenentladung der Elektrisiermaschine klar machen. Leitet man den Entladungsschlag einer Leydener Flasche durch Schiefsbaumwolle, so entzündet sich diese. Wird aber eine Pappscheibe in den Funkenstrom einer Maschine eingeschaltet, so tritt nur eine Durchbohrung ein, und zwar in der eigentümlichen Weise, dafs die Ränder des Loches nach beiden Seiten hin aufgeworfen werden. Es hat also eine Explosion von innen heraus stattgefunden. Aber auch bei derselben durchgeschlagenen Substanz tritt bald das eine, bald das andere ein. Die Entladung der Leydener Flasche wird durch gewöhnliches Schwarzpulver geführt; eine Entzündung findet dann nicht statt, sondern nur ein Auseinanderschleudern der Pulverkörner, also eine mechanische Wirkung. Schaltet man aber in den Weg der Entladung eine etwas angefeuchtete Schnur, so flammt das Pulver auf. Wodurch hat nun die nasse Schnur diesen Einflufs gehabt? Das erkennt man, wenn der Funke in der Luft mit und ohne nasse Schnur beobachtet wird. Im letzteren Fall der gewöhnliche helle Funke mit lautem Knall, im ersteren ein schwaches, rötliches Aufleuchten mit ganz geringem Geräusch. Namentlich der Unterschied in dem begleitenden Schalle weist darauf hin, dafs bei eingeschalteter Schnur die Entladung viel langsamer erfolgt als ohne solche. Die Schnur setzt dem Durchströmen der Elektrizität einen unverhältnismäfsig gröfseren Widerstand entgegen als das Metall, und deshalb tritt die Verlangsamung ein, gerade so, wie ein Wasserstrom durch eingeworfene Hindernisse in seinem Laufe gehemmt wird. Dafs in der That auch für den Unterschied der zündenden und kalten Blitzschläge derselbe Umstand mafsgebend ist, zeigt deutlich die Statistik.

Gebäude mit Stroh- oder Moosbedachung werden in der Regel gezündet, solche mit Schiefer-, Pfannen- oder Metallbedachung meistens nur mechanisch beschädigt. Auf dem Lande, wo Korn-, Stroh- und Heuvorräte in gleicher Weise wie die feuchte Schnur wirken, ist die Zahl der zündenden Schläge weitaus gröfser wie in der Stadt.

Die Gefahr der Blitzschädigung steigt von Jahr zu Jahr, zum grofsen Teil infolge der Steigerung der Gewitterzahl. Indessen geht die Blitzgefahr nicht Hand in Hand mit der Gewitterhäufigkeit. Gegenden, in welchen Gewitter sehr häufig sind, haben wenige Blitzschläge aufzuweisen und umgekehrt.

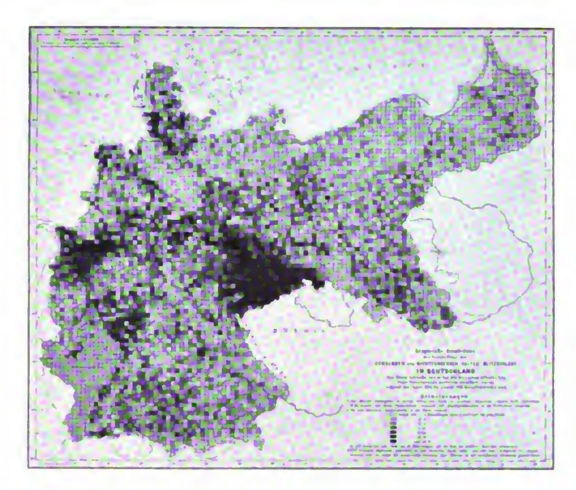
Eine gute Übersicht über die Verteilung der Blitzgefahr auf die

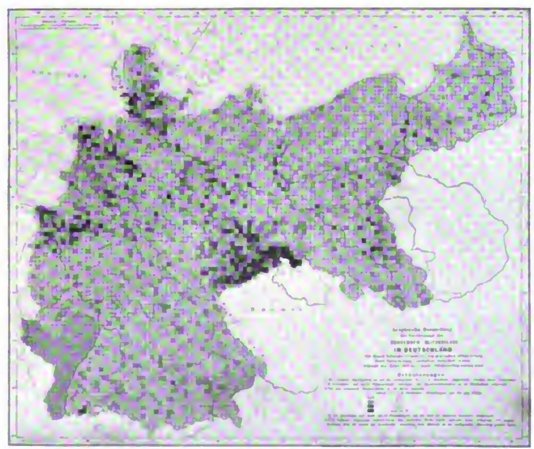
einzelnen Teile Deutschlands liefern die Karten (Titelblatt) von Kafsner. In denselben ist Deutschland durch Horizontal- und Vertikallinien in Quadrate von je 100 qkm Fläche eingeteilt. Die einzelnen Quadrate sind um so dunkler gefärbt, je gröfser die Anzahl der Schaden bringenden Blitzschläge war, die auf die betreffenden 100 qkm während des Zeitraumes von 1876 bis 1891 fielen. In die obere Karte sind alle solche Blitzschläge, die zündenden und die kalten, aufgenommen. Gewisse Gebiete sind danach ganz besonders gefährdet, vor allem das Königreich Sachsen, der Niederrhein, Hessen, das Wesergebirge und Schleswig-Holstein. Letzteres Land hat aber, wie vorher hervorgehoben wurde, die geringste Zahl von Gewittern. Augenscheinlich folgt gesteigerte Blitzgefahr dem Laufe der Flüsse; die Industriebezirke zeigen weiter durchweg die gröfste Anzahl von Blitzschäden, auch Berlin findet sich darunter. Man glaubt gewöhnlich, dafs grofse Städte ganz geschützt seien, doch ist dies nicht der Fall.

Die untere Karte enthält in gleicher Darstellung nur die zündenden Blitzschläge. Die Verteilung ist hier im ganzen gleichmäfsiger; doch treten die vorher genannten, besonders gefährdeten Stellen auch hier noch immer hervor, namentlich das Königreich Sachsen.

Man könnte glauben, dafs die Blitzgefahr in dem einen Quadrate gröfser ist wie in einem anderen, weil die Zahl der Gebäude in diesem Quadrate, also die Bebauungsdichte eine gröfsere ist. Gewifs ist das ein Grund mit; aus dieser Ursache wird z. B. das Riesengebirge trotz bedeutend gröfserer Gewitterzahl viel weniger Blitzschäden zeigen wie das westdeutsche Tiefland. Indessen ist der Grund, wie ein eingehenderer Vergleich der Blitzzahl mit der Bebauungsdichte zeigt, nicht allein ausschlaggebend. Vielmehr kommt besonders die steigende Verwendung von Metall in allen Gebäudekonstruktionen, namentlich in den Industriebezirken, in Betracht, weil hierdurch die elektrischen Ladungen in den Häusern erleichtert werden, ferner die bedeutendere Höhenerhebung der Dächer und Schornsteine.

Einen eigentümlichen Unterschied zeigen die Bäume in Bezug auf Blitzgefahr. Pappel, Buche, Eiche, Birnbaum sind die am meisten gefährdeten, Linde viel weniger. Es scheint hier, entsprechend einer Annahme von Janesen, der Umstand mafsgebend zu sein, dafs die Bäume sich sehr bedeutend durch ihren Fett- und andererseits Stärke- und Glykosegehalt unterscheiden. Die an Fett reichen Bäume, die sogenannten Ölbäume, werden seltener getroffen wie die Stärkebäume. Ferner ist die Blitzgefahr ein und derselben Baumgattung von der Jahreszeit abhängig. So wird die Linde im Frühjahr sehr wenig, im





Karten von Kafsner über die Verteilung der schadenbringenden Blitzschläge in Deutschland.

(Siehe: Seite 156.)

Sommer häufiger getroffen; bei ihr beginnt auch erst im März die Bildung von Stärke. Dagegen ist die Blitzgefahr umgekehrt für die Buche im Frühjahr gröfser wie im Herbste. Dieser Baum fängt vom Mai an, Stärke in Öl umzusetzen.

Die Aufgabe, uns vor den Blitzschäden möglichst zu schützen, hat der Blitzableiter, und er kann dieser Aufgabe vollkommen gerecht werden.

Wir haben in ihm eine uralte Einrichtung, denn bereits die Ägypter kannten diesen Schutz. So wurden von diesen schon im 15. Jahrhundert vor Christus neben dem Eingangsthore der Tempel zwei hohe Türme errichtet, an denen sich Rinnen zur Aufnahme von Blitzableitermasten vorfanden, die entweder mit Metallspitzen versehen oder auch der ganzen Länge nach mit Kupferblech beschlagen wurden. Die Obelisken waren ebenso, wie Inschriften kund thun, an ihrer Spitze mit vergoldetem Kupfer bedeckt, um „das Ungewitter in der Himmelshöhe zu schneiden". Diese Einrichtung der klugen Ägypter ist aber, wie so viele andere, vergessen worden, so dafs für uns die Erfindung des Blitzableiters an den Namen Benjamin Franklin geknüpft ist.

Um das Wesen dieses Schutzes und die hieraus folgenden Konstruktionsbedingungen zu verstehen, ist es zweckmäfsig, sich zu vergegenwärtigen, wie die Gefahr des Blitzschlages naht.

Die etwa mit negativer Elektrizität schwer geladenen Gewitterwolken eilen heran. Durch einen Vorgang, welchen wir Influenz nennen, erhalten alle Gegenstände, denen sich die negative Wolke nähert, eine positive Ladung, während von ihnen eine gleich grofse negative Ladung vor der Wolke wegflieht. Diese Ladung ist um so ausgeprägter, je bessere Leitung für Elektrizität die Gegenstände haben. Die einzelnen Gebäudeteile, lebende und tote Gegenstände im Gebäude, der Erdboden u. s. w. sind somit elektrisch geladen. Das von Prohaska beschriebene und vorher erwähnte St. Elmsfeuer ist ein Anzeichen einer solchen Ladung. Die Entfernung zwischen Wolke und entgegengesetzt geladenen Körpern wird schliefslich so gering, dafs die Spannung einen Ausgleich in Gestalt des Blitzes hervorruft.

Der Blitzableiter soll nun diese Entladung auf sich lenken und so von den übrigen Teilen des Gebäudes abziehen. Der Ableiter mufs natürlich dann derart konstruiert sein, dafs er, ohne selbst Gefahr zu laufen, den Schlag aufnehmen kann.

Man hat lange Zeit die Hauptaufgabe des Blitzableiters in einer anderen Wirkung gesucht, nämlich darin, dafs durch ihn die elektrischen Spannungen überhaupt ungefährlich ausgeglichen werden, ehe

eine Blitzentladung zu stande kommen kann, indem man sich als Vorbild die Wirkung einer Spitze nahm, welche darin besteht, dafs eine solche, an einen elektrisierten Körper gebracht, letzteren leicht entladet. Für die Konstruktion des Blitzableiters ist es nun von ganz wesentlicher Bedeutung, welche Annahme über die Wirkung die richtige ist. Stimmt die letztere, so mufs man möglichst viele Spitzen anbringen und darauf achten, dafs diese trotz der Einflüsse der Atmosphäre immer haarscharf zugespitzt bleiben. So findet man dementsprechend in manchen Lehrbüchern der Physik und auch der Blitzableiteranlagen die Anweisung, auf die Schärfe der Spitze zu achten und abgeschmolzene Spitzen zu erneuern. Wenn dagegen diese vorbeugende Wirkung keine Rolle spielt, und der Blitzableiter nur in der Art thätig ist, dafs er die Entladung von den zu schützenden Gebäuden ab und auf sich lenkt, so sind die Spitzen ganz überflüssig. Alle vielgepriesenen Platin- und Kohlespitzen, welche die Anlage wesentlich verteuern, fallen dann weg.

Beachtet man nun die enorme Geschwindigkeit, mit welcher das Nahen der Wolken, das Laden der ihnen benachbarten Gegenstände geschieht, so wird diese vorbeugende Wirkung der Spitze schon recht unwahrscheinlich, denn zum Ausströmen elektrischer Ladungen — auch aus Spitzen — gehört Zeit. Der Versuch kann aber auch einen direkten entscheidenden Beweis liefern.

Eine Schale, drehbar auf die Zuleiterstange einer Leydener Flasche aufgesetzt, soll die geladene Wolke darstellen; ein Metallgestell mit einer spitzen Fangstange das zu schützende Haus. Stellt man die Schale direkt über die Stange und läfst durch Drehung der Elektrisiermaschine jene laden, so zeigt sich kein Funke; in der That wirkt jetzt die Spitze vorbeugend. Dafs ein Ausströmen der Elektrizität aus ihr erfolgt, erkennt man an dem winzigen St. Elmsfeuer an der Spitze. Wird jetzt die Schale entfernt und dann nur mit mäfsiger Geschwindigkeit der Fangstange genähert, so tritt stets Funkenentladung ein; von dem langsamen Ausgleich ist nicht die Rede. So wie zuletzt liegen nun die Verhältnisse beim Nahen der Gewitterwolke.

Man könnte noch anführen, um die Notwendigkeit von Spitzen zu retten, dafs die Entladung durch die Spitzenform besser nach dieser Stelle gelenkt wird, wie durch eine flache Gestalt. Das ist sicher nicht richtig, denn die Entladung geht nicht nach der Spitze allein hin, sondern nach einer grofsen Fläche der Auffangvorrichtung, wie es z. B. an der negativen Elektrode einer Geifslerschen Röhre (siehe vorher S. 147) der Fall ist. Es folgt dieses auch schon aus der Dicke der

Blitzbahn. Hierüber liegt z. B. eine Angabe von Blümel vor, wonach es demselben gelungen ist, einen Blitz, dessen Entfernung ziemlich genau auf 400 m bestimmt werden konnte, zu photographieren. In dem Bande, welches die Blitzbahn darstellte, war das Bild einer Telegraphenstange zu sehen, deren Entfernung von dem Apparate nur 100 m betrug. Es mufs daher die Dicke des Blitzstrahles mehr wie das Vierfache der Dicke der Telegraphenstange betragen haben.

Um die Aufgabe zu erfüllen, durch die Auffangvorrichtung den Blitzschlag gefahrlos abzufangen, ist daran zu denken, dafs die Gefahr der Zerstörung, sei es durch Schmelzen oder mechanische Wirkung, um so geringer ist, je kleiner der Widerstand eines Körpers gegen die Bewegung der Elektrizität ausfällt. Man wird deshalb die Auffangvorrichtung aus Metall herstellen und mit solchem Metalle alle diejenigen Stellen bewehren, welche wegen ihrer Lage besonderer Blitzgefahr ausgesetzt sind, z. B. Firstkanten, Schornsteine, Ventilationsaufsätze u. s. f. Ist hier schon Metall vorhanden, so läfst sich dieses direkt als ein Teil des Ableiters benutzen. Alle diese Metallteile, welche den Blitzschlag aufnehmen sollen, müssen metallisch leitend in Verbindung stehen. Hohe Fangstangen sind nicht nötig. Die Errichtung derselben gründet sich auf eine von Gay-Lussac gegebene Regel, wonach eine solche Fangstange einen gewissen Bereich um dieselbe herum, den sogenannten Schutzkreis, sicher vor jedem Einschlage schützt. Indessen hat die Erfahrung so oft gezeigt, dafs der Blitz innerhalb des Schutzkreises niedergefahren ist, ohne die Fangstange zu berühren, dafs man also besser thut, von diesem allerdings für die Konstrukteure sehr bequemen Schutzkreis abzusehen und lieber dem vorher genannten System zu folgen, welches von Melsens herrührt.

Mit der Anbringung einer guten Auffangvorrichtung ist aber der Blitzableiter nicht vollendet. Denn durch die Wolke wird ja auch eine Ladung abgestofsen, welcher ein Weg geöffnet werden mufs, auf dem sie sich rasch verflüchtigen oder so verbreiten kann, dafs keine schadenbringenden Ladungen durch sie entstehen. Ist ein solcher Weg nicht vorhanden, so tritt vermöge dieser abgestofsenen Elektrizität eine elektrische Stauung ein, welche selbst dann, wenn der eigentliche Blitzschlag ohne Gefahr aufgenommen ist, zu Seitenentladungen in das Gebäude Veranlassung giebt. Folgender Versuch zeigt dieses. Bei dem S. 158 erwähnten Modell wird die Fangstange von dem unteren zur Erde abgeleiteten Boden des Häuschens entfernt. Der durch die Annäherung der Schale hervorgerufene Blitzfunke geht ohne Schaden zur Fangstange, von dieser aber zweigt sich ein zweiter

Funke in das Innere des Gebäudes ab und zündet Schiefsbaumwolle. die auf einem mit der Erde verbundenen metallenen Tisch liegt. Wird dagegen die Fangstange wieder mit dem Boden verbunden, so tritt dieser Seitenfunke nicht auf.

Deshalb werden an die Fangvorrichtungen Ableitungsdrähte angeschlossen, welche zu Erdplatten, nämlich Metallplatten führen, die in das Grundwasser versenkt sind. Letzteres besorgt die rasche Verteilung der Elektrizität. An Stelle der Platte können auch lange Drahtstrecken genommen werden. Es kommt auf eine grofse Oberfläche an, aus welcher die elektrische Ladung ausströmen kann.

In manchen Fällen liegen die Erdschichten, welche Grundwasser enthalten, so tief, dafs sie für die Blitzableiteranlage nicht zu erreichen sind, wie z. B. beim Schutze von auf Bergeshöhen gelegenen Gebäuden. Hier mufs man durch Vermehrung von Drahtverzweigungen in dem Erdboden für möglichst rasche Verteilung sorgen. Eine wegen ihrer Kostspieligkeit unvernünftige Anlage ist es aber, wenn, wie es bei einer alpinen Schutzhütte geschehen ist, ein Erdkabel, um dem Buchstaben der Vorschrift für Anschlufs an Grundwasser zu genügen, mehrere Kilometer weit bis zu dem nächsten Wasser geleitet wird.

Auch bei der besten Erdleitung gebraucht das Abströmen der Elektrizität eine gewisse Zeit. Daher kommt die Gefahr, dafs trotz guter Erdleitung noch eine Seitenentladung zu guten Ansammlungsorten, wie grofsen, an Gebäuden befindlichen Metallflächen, erfolgen kann, namentlich, wenn diese selbst wieder gute Erdverbindung haben. Denn alle diese Metallteile werden ja auch von der heranziehenden Wolke geladen.

Das sicherste Hilfsmittel ist hier, solche metallenen Teile im Gebäude direkt leitend mit dem Blitzableiter zu verbinden; denn nur die Funkenbildung bringt Gefahr, und diese wird durch die direkte metallische Verbindung ausgeschlossen. Vor allem kommen hier in Betracht die Gas- und Wasserleitungsröhren. Deren Anschlufs an die Blitzableiteranlage schützt nicht allein das Gebäude, sondern die Rohrleitungen selbst. Lange Jahre hat sich der gröfste Teil der Verwaltungen von Gas- und Wasserwerken heftig gegen einen solchen Anschlufs gesträubt; aus welchem Grunde, ist nicht erfindlich. Zum Teil haben dieselben diese Stellungnahme aufgegeben, allerdings manchmal die Erlaubnis zum Anschlufs unter solchen erschwerenden Bedingungen gewährt, dafs diese einem Verbote gleich kommen. So ist es in München, in Berlin. Die städtischen Anstalten sollten doch voraus-

gehen, eine segensreiche, gemeinnützige Einrichtung, wie den Blitzableiter, zu fördern und sich nicht aus büreaukratischen Bedenken ohne thatsächlichen Grund dem Anschlusse der Blitzableiter an das Wasser- und Gasrohrnetz entgegenstellen.

Ein zweites Mittel, die Gefahr solcher Seitenentladungen zu vermindern, giebt wieder ein Versuch. Innerhalb eines Korbes aus dichter Drahtgaze steht ein mit dem Korbe verbundenes Elektroskop; ein zweites ist aufserhalb aufgestellt und auch mit dem Korbe verbunden. Erhält der Korb eine elektrische Ladung, so sieht man an dem äufseren Elektroskop als Anzeichen für die Ladung eine Abstofsung der Blätter, an dem inneren nichts. Dieses Innere ist demnach vor einer Ladung durch das äufsere Netzwerk geschützt. Wenn man daher die Gebäude in eine ganz geschlossene Metallhülle einschliefsen könnte, so würde das Innere vor jeder Seitenentladung ganz geschützt sein. Das ist ja nun nicht möglich, aber zum Teil kann man einen solchen Schutz erreichen durch Anbringung eines grofsmaschigen Netzes, welches das Dach und die Seitenwände umspannt. Auch dieser Gedanke rührt von Melsens her. Die Kosten der Anlage steigen auch nicht so, wie man zunächst glauben sollte, weil wegen der Verzweigung des Abflusses der Elektrizität die einzelnen Leitungen von geringerem Querschnitt genommen werden können als bei einer einzigen Leitung, ohne Gefahr, vom Blitzschlage geschmolzen zu werden.

Nun noch ein Weniges über die besondere Art von Blitzableitern, welche die weit verzweigten elektrischen Anlagen — Telegraphenlinien eingeschlossen — nötig gemacht haben. Dieselben sind wegen ihrer grofsen Metalloberfläche besonders einer Blitzgefahr ausgesetzt. Hunderte von Metern Leitungsdraht verschwinden oft spurlos infolge eines Blitzschlages; durch die den einmündenden Kabeln folgende Entladung werden die Gebäude in Brand gesetzt, die Maschinen zerstört, das Aufsichtspersonal gefährdet. Eine direkte Verwendung des im Vorigen angegebenen Franklinschen Blitzableiters ist ausgeschlossen, weil sonst der Telegraphier- oder der sonstige Nutzstrom in die Erde abfliefsen würde, ehe er die von ihm gewünschten Dienste geleistet hat. Es wird deshalb in diese Ableitung eine kleine Unterbrechungsstelle eingeschaltet, welche von der angewandten elektrischen Nutzspannung nicht übersprungen werden kann. Der gewaltigen Blitzentladung dagegen bietet eine solche Unterbrechungsstelle kaum ein Hindernis. Man sucht diese Entladung dadurch zu erleichtern, dafs man die Flächen, zwischen denen sie erfolgt, vergröfsert. Bei

einem Telegraphenblitzableiter stehen sich z. B. zwei geriffelte Platten gegenüber, von welchen die eine in der Leitung liegt, die andere mit der Erde verbunden ist.

Für die Spannungen, welche im Telegraphenbetriebe angewandt werden, reicht diese Anordnung aus. Bei den höheren Spannungen, wie solche z. B. zum Betriebe der elektrischen Strafsenbahnen nötig sind, erhebt sich folgende Schwierigkeit. Durch den Blitzschlag wird die Luft zwischen den beiden Platten stark erwärmt und verdünnt; sie leitet infolgedessen eine elektrische Entladung viel besser als vorher, so dafs nun die gewöhnliche Spannung des Nutzstroms ausreicht, um letzteren über diese Unterbrechungsstelle zur Erde abzudrängen. Es tritt Erdschlufs ein. Daher mufs noch eine Vorrichtung getroffen werden, um diesen Erdschlufs wieder aufzuheben.

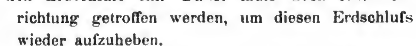


Fig. 5.

Zahllose Vorschläge sind hierfür gemacht. Die von der Firma Siemens & Halske benutzten drei Modelle sind folgende.

Bei dem elektromagnetischen Blitzableiter, welcher für Anlagen verwandt wird, in denen Gleichstrom, also Strom benutzt ist, der nur in einer Richtung läuft, ist in die zur Erde gehende Leitung ein Elektromagnet eingeschaltet, welcher bei seiner Erregung zwei in derselben Leitung liegende Kohlen voneinander reifst und dadurch zeitweise eine so lange kalte Luftstrecke einschaltet, dafs nun die gewöhnliche Spannung die Entladung nicht mehr über die doppelt unterbrochene Ableitung schiefsen kann. Ist aber die Abzweigung zur Erde einmal abgebrochen, so kann der Elektromagnet seinen Anker fallen lassen ohne Gefahr, dafs sich bei Wiederberührung der Kohlen der Erdschlufs wieder herstellt.

Für geringere Spannungen und Leitungskreise mit Strömen von wechselnder Richtung wird ein einfacher Blitzableiter von Wurts benutzt, in welchem sich drei kleine Zylinder aus einer Legierung von Zink und Antimon gegenüberstehen, die in die Ableitung zur Erde eingeschaltet werden. Diese Legierung hat die merkwürdige Eigenschaft, dafs sie, wenn ein Funke übergeschlagen ist, dem gleich hinterher folgenden einen grofsen Widerstand entgegensetzt, so dafs es bei dem ersten Funken bleibt. Leider ist die Wirksamkeit auf verhältnismäfsig kleine Spannung beschränkt, und garnicht sind diese einfachen Ableiter geeignet für Anlagen mit Gleichstrom, weil hier die Zylinder an der Oberfläche schmelzen.

Der Siemenssche Hörner-Blitzableiter (Fig. 5) hat zwei gekrümmte Kupferstäbe, welche, bevor sie vertikal aufsteigen, eine Strecke lang horizontal verlaufen müssen.

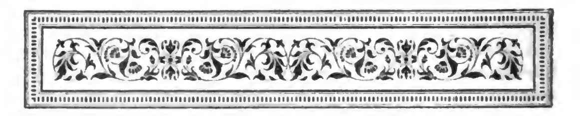
Der eine dieser gekrümmten Kupferstäbe ist mit der zu schützenden Leitung, der andere, welcher sich von jenem in einem kleinsten Abstande von etwa 1 cm befindet, mit der Erde verbunden. Bildet sich nun ein Funke, so wird dieser vermöge einer sogenannten elektro-dynamischen Wirkung durch die Beeinflussung der in den horizontalen Zuleitern verlaufenden Ströme auf die Funkenstrecke nach oben getrieben; dabei wird wegen der Krümmung die Funkenbahn immer länger, sodafs schliefslich der Funke oben abbricht.

Durch solche Mittel können wir unser Haus mit seinem lebenden und toten Inhalt, unsere elektrischen Anlagen schirmen. Gut angelegte Blitzableiter schützen sicher, mangelhafte natürlich weniger. Es ist aber ein unberechtigtes Vorurteil, welches leider der Verbreitung des Blitzableiters entgegensteht, dafs ein mangelhafter Blitzableiter mehr Schaden wie Nutzen bringt. Das wäre der Fall, wenn ein solcher Ableiter den Blitzschlag anzieht, wenn also das Gebäude ohne ihn weniger einer Blitzgefahr ausgesetzt wäre wie mit ihm. Hierzu ist kein Grund vorhanden.

Während man innerhalb der durch Blitzableiter geschützten Gebäude selbst sicher ist, sieht man sich machtlos der Blitzgefahr ausgesetzt, wenn uns das Gewitter im Freien überrascht. Das einzige, was zu thun, ist wenige Vorsichtsmafsregeln beachten. Zunächst darf man nicht Schutz unter einem Baume suchen, denn jeder Blitzschlag, welcher letzteren trifft, wird auch den unter diesem Baum Schutz Suchenden in Mitleidenschaft ziehen. Andererseits ist es doch wieder geraten, sich in die Nähe von Bäumen zu begeben, sich z. B. einem Waldesrande bis auf 20 m zu nähern, weil erfahrungsgemäfs im ganz freien Felde die geringe Erhebung des menschlichen Körpers genügt, dafs sich der Blitzschlag diesem zuwendet. Ferner ist es nicht ratsam, während eines Gewitters dicht an ein geradlinig verlaufendes Stück einer Blitzableiterleitung heranzutreten, da sonst ein in diesem verlaufender Blitzschlag schädliche Strömungen im menschlichen Körper hervorrufen könnte.

Kann man somit auch nicht jede Blitzgefahr bannen, so bleibt doch ein weit ausgedehnter Schutz in dem Blitzableiter, dessen Erkenntnis in uns dauernd tiefe Dankesempfindungen an das Andenken Benjamin Franklins hervorrufen wird.





Himmelskunde und Weissagung.

Von Prof. **Wilhelm Foerster** in Berlin.

(Fortsetzung).

Nicht blofs die Menschheit der frühesten Entwickelungsstufen, sondern auch noch bei den Kulturvölkern bis fast zur Gegenwart wurde die grofse Menge der Unkundigen und Abergläubischen jedesmal aufs neue beunruhigt und erschreckt durch die Verfinsterung unserer himmlischen Tagesleuchte und unserer himmlischen Nachtleuchte.

Schon die blofse Unterbrechung der gewohnten Stetigkeit in dem Verlaufe der Erscheinungen da oben in der Himmelswelt erregte den Gedanken an eine tiefe Störung der Gesetzmäfsigkeit der Natur, an eine gewissermafsen diabolische Auflehnung gegen die regierenden Mächte jener erhabenen Welt. Die Deutung, dafs ein Drache den Mond verschlingen wolle, oder ähnliche phantastische Vorstellungen hatten anfangs allgemeine Geltung und warfen die Menschen Hilfe erflehend auf ihre Kniee nieder. Es ist bekannt, dafs eine Mond- oder Sonnen-Finsternis, die in ein Schlachtgetümmel oder in sonstige starke Bewegungen von Volksmassen hineintraf, nicht selten eine Wendung zu Gunsten derjenigen Seite herbeiführte, die in geringerem Grade von jenem Schrecken betroffen wurde, und zweifellos kam es allmählich dahin, dafs diese Seite diejenige war, deren leitende Köpfe bereits eine mehr oder minder zuversichtliche Erwartung von dem Ereignisse hatten. Erklärlicherweise wurden aber die Voraussagungen, sogar nachdem sie in den Kreisen der Wissenden einen hohen Sicherheitsgrad erlangt hatten, doch als eine Geheimlehre behandelt und mit einer gewissen Zurückhaltung der grofsen Menge gegenüber verkündet; denn zunächst konnten die höchsten Wirkungen auf die Gemüter im Sinne der augenblicklichen Lenkung der Menge eben nur dadurch erzielt werden, dafs es zugleich Wissende und Nichtwissende gab.

Weiterhin wurde die Verkündigung mehr zum Gemeingut, aber auch dann nötigte die (im Vergleich mit dem Vorauswissen der Mond-

finsternisse) viel geringere Sicherheit, mit welcher die Kenntnis der Periode von 6585 Tagen die Sonnenfinsternisse anzusagen gestattete, zur Vorsicht und sogar zu besonderen Auslegungen der prophetischen Veranstaltungen im Interesse der Erhaltung der Autorität der Wissenden.

Hatte man allmählich von seiten der wissenden Priesterschaften oder Staatsinstitutionen, wie z. B. in China, die Einrichtung eingeführt, dafs Gebete oder Beschwörungen und dergleichen an monumentalen Stellen angeordnet wurden in allen denjenigen Zeitpunkten, in denen der Eintritt einer Mondfinsternis oder einer totalen Sonnenfinsternis auf Grund des erkannten Gesetzes der periodischen Wiederkehr erwartet werden konnte, so war jedenfalls, wenn die Finsternis um die Zeit jener Veranstaltungen nun wirklich kam, der Schrecken in den Bevölkerungen bedeutend gemildert. Die rechtzeitige Anordnung der Beschwörungen beruhigte die Gemüter, und das Vorauswissen liefs eine gewisse Überlegenheit über die feindlichen verfinsternden Mächte ahnen.

Wenn nun aber eine Sonnenfinsternis, für deren Eintritt trotz der geringeren Sicherheit des Vorherwissens dieselben Vorbereitungen getroffen waren, nicht kam, so war die Wirkung eigentlich noch viel gröfser; denn dann konnte man von den frommen Veranstaltungen sogar behaupten, dafs sie die Gefahr und Not gänzlich abgewandt hätten. Nicht selten kam es in solchen Fällen auch vor, dafs die betreffende totale Verfinsterung der Sonne in entfernteren Nachbarländern wirklich eingetreten war, wie man späterhin erkundete. Dann war es erst recht klar, welchen Schutz das Vorherwissen und die prophetischen Anordnungen dem eigenen Land und Volke gewährt hatten. Kurzum, die Kenntnis der Finsternis-Periode erwies sich als ein Machtmittel von sehr hohem Werte.

Nun kamen auch noch andere Veränderungen am Himmel vor, die unter Umständen die Blicke der Menge fesselten und Empfindungen einer gewissen Bedrängnis hervorriefen, als ob dort oben ungewöhnliche Dinge im Werke seien. Das waren z. B. die Zusammenkünfte der helleren Planeten. Wenn zwei oder gar drei derselben sich bis auf eine Vollmondsbreite oder auf noch kleinere Distanz einander oder auch hellen Fixsternen näherten, dann gab es ungewöhnliche Lichtwirkungen, die selbst blöden Augen auffielen.

Durch anhaltende Beobachtungen und Aufzeichnungen solcher Erscheinungen und überhaupt der Ortsveränderungen der einzelnen Planeten am Himmelsgewölbe und in ihrer jeweiligen Stellung zur Sonne und zum Monde lernte man allmählich ihre Umlaufszeiten am

Himmel und gewisse Perioden der Wiederkehr ihrer Stellungen erkennen, ganz nach demselben Verfahren, welchem bereits die Kenntnis der Mond- und Sonnen- und der Finsternis-Perioden entstammte. Es scheint hauptsächlich Babylon gewesen zu sein, wo vieltausendjährige wissenschaftliche Arbeiten dieser Art von einem hochangesehenen Priester- und Seher-Stamm in merkwürdiger Stetigkeit mitten in den gewaltigsten Völkerbewegungen und Herrschafts-Änderungen bis in die Zeit der makedonisch-griechischen Herrschaft ausgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten und ihre noch freiere hochwissenschaftliche Fortführung gingen alsdann in die Hände der Griechen über, die in Alexandria, zugleich in naher Verbindung mit dem Erbe altägyptischer Geistesarbeit, einen glänzenden Mittelpunkt des Wissens und Forschens begründeten.

Als in jenen Jahrtausenden Babylon die Technik der Vorausberechnungen auch für die Konstellationen der Planeten zu einander, zu den Fixsternen, sowie zu Sonne und Mond mit einer für die grofsen Züge der Erscheinungen völlig ausreichenden Sicherheit begründete, mufste es schon sehr nahe liegen, dieses Wissen in ähnlicher Weise, wie die Voraussagung der Finsternisse, als Machtmittel zur Lenkung der Stimmungen und Bewegungen der grofsen Menge innerhalb des einzelnen Gemeinwesens oder der verschiedenen Völker gegeneinander auszunutzen.

Die Voraussagung, dafs eine bestimmte auffallende Konstellation in einem gewissen Zeitpunkte eintreten würde, verband sich in der That ziemlich leicht mit der Weissagung von solchen Ereignissen im Völkerleben, wie sie fast unablässig innerhalb des gröfseren oder kleineren Gesichtskreises gewisser Völker- und Länder-Gruppen vorkamen. Anfänglich mögen solche Weissagungen wohl ziemlich unbestimmt gewesen sein, etwa in der Form, dafs z. B. die verkündete Zusammenkunft zweier hellen Planeten in einem bestimmten Sternbilde überhaupt auf den Eintritt ungewöhnlicher Umstände und ergreifender Vorgänge in der Welt gedeutet wurde. Und es ist auch vollkommen erklärlich, dafs selbst eine solche unbestimmte Weissagung ihre Wirkung im Sinne einer Steigerung der fast stets vorhandenen Spannungen im Völkerleben selten verfehlte; denn die Autorität der Voraussagenden wurde, wie ich schon in der Einleitung hervorgehoben habe, durch die Sicherheit des Eintreffens des einen Teiles der Voraussagung, nämlich der Himmels-Erscheinung, immer und immer wieder erneuert und verstärkt, selbst dann, wenn ihre Schicksalsweissagungen sich nur unvollkommen erfüllt hatten.

Dafs aber jene Steigerung der Spannungen sehr leicht zur Auslösung gewaltiger Bewegungen und Aktionen in der Menschenwelt führen mufste, liegt auf der Hand. Dafs dann die Konstellationen gewisser Planeten zu einander, zu Sonne und Mond und zu gewissen hellen Sternen und Sternbildern allmählich eigenartige Bedeutungen im Sinne der Weissagungen bekamen, ergab sich als eine fast notwendige Folge, sobald sie einmal oder gar mehrmals mit bestimmten Arten von Ereignissen, etwa mit überwiegend unheilvollen oder mit glänzenden und segensreichen zusammengetroffen waren.

Hierzu kam aufserdem der Umstand, dafs auch die Anknüpfung des Verlaufes der Jahreszeiten an die Stellungen der Sonne zu gewissen Fixsternen und Sternbildern dazu beitragen mufste, die Vorstellung von einem besonderen Einflusse der Gestirne auf das Erdenleben im Volke zu verstärken.

Wenn das erste Erscheinen eines bestimmten hellen Sternes in der Morgendämmerung für wichtige irdische Vorgänge, für Wetter und Wind, für den Eintritt von Wasserflut oder Trockenheit u. s. w. als mafsgebend erachtet wurde, so konnte es gar nicht anders sein, als dafs diese blofs chronologische Bedeutung des Sternes im Volksglauben zu einer ursächlichen wurde und jenem ersten Erscheinen des Sternes, wie überhaupt seiner Stellung am Himmel eine Fülle von Bedeutungen und Einflüssen verlieh.

In den Benennungen derjenigen Sternbilder, durch welche sich die scheinbare Sonnenbahn am Himmel hindurchzog, wurden bekanntlich auch die Charaktere der Jahreszeiten und der in jenen Klimaten an bestimmte Jahreszeiten gebundenen Arbeiten, Beschäftigungen und Zustände des menschlichen Wirtschaftslebens mehr oder minder deutlich zum Ausdruck gebracht.

Von der hierbei hervortretenden symbolischen Verwendung gewisser Tiergestalten erhielt ja diese Sonnenbahn auch den Namen Tierkreis. Die symbolischen Gestalten dieses Tierkreises erteilten dann auch dem Verweilen des Mondes und der Planeten in den verschiedenen Sternbildern oder Häusern des Tierkreises verschiedene charakteristische Bedeutungen.

Schwerer ist es zu verstehen, in welcher Weise man dazu gelangte, jedem der fünf hellen Planeten eine gewisse göttliche Persönlichkeit von ganz bestimmtem Charakter zu verleihen. Allerdings gab es gewisse Unterschiede in der Art des Erscheinens dieser verschiedenen Planeten. Merkur erfuhr die schnellsten Veränderungen seiner

Stellung. Bald auf der einen, bald auf der anderen Seite der Sonne war er jedesmal nur sehr kurze Zeit deutlich sichtbar, aufserdem stets in der Nähe des Horizontes und damit besonders stark funkelnd und feurig gefärbt. Venus veränderte ihre Stellungen am Himmel und zur Sonne langsamer und in einer einfacheren Gesetzmäfsigkeit, war oft lange in der Abenddämmerung und in der Morgendämmerung mit einem entzückend hellen Glanze sichtbar, dessen Wirkung noch durch die Farben der Dämmerungs-Erscheinungen gehoben wurde. Mars hatte infolge der Eigenschaften seiner Atmosphäre einen besonderen rötlichen Schein; aufserdem war er infolge der Schnelligkeit und Vielartigkeit der Veränderungen seiner Stellung am Himmel das schwierigste, gewissermafsen widersetzlichste Objekt für die Vorausberechnung der Bewegungen. Jupiter bewegte sich langsam und anscheinend mit einer einfacheren Gesetzmäfsigkeit, sodafs sein Erscheinen und seine Bewegungen in Verbindung mit seiner gewaltigen Helligkeit den Eindruck einer besonderen Hoheit und Gröfse machten. Saturn mit viel matterem Lichte und noch langsameren Bewegungen erschien als das Symbol einer gewissen trägen Nachhaltigkeit, verbunden mit einer seinem untergeordneten Glanze entsprechenden Art von geringerer Vornehmheit. Obwohl nun jene Besonderheiten der Erscheinungen und Bewegungen der Planeten in der eben angedeuteten Weise einige Anhaltspunkte für ihre mythologischen Personifikationen gaben, sind doch die ganz bestimmten Charaktere, mit denen späterhin die Planeten in den Weissagungen auftraten, nur dadurch erklärlich, dafs in einer gewissen Reihe von Fällen mit besonderen Stellungen der einzelnen Planeten besondere Ereignisse zusammengetroffen waren, aus denen man nachträglich die eigentümlichen Charakterzüge ihrer Einwirkung, in bekannter Weise ungenau und absichtsvoll verallgemeinernd, abgeleitet hatte.

So galt allmählich immer allgemeiner der Planet Saturn oder Kronos für zerstörend und unheilvoll, wie der alles verzehrende Zeitgott, dessen Namen er trug; der Planet Jupiter dagegen bedeutete im allgemeinen Glück, Hoheit und Schönheit. Der Planet Mars vertrat bei den Vorbedeutungen das Element des Gefährlichen und blutig Gewaltsamen, Venus des Weichen und Angenehmen, Merkur des Zweideutigen und Trügerischen. Jeder dieser Planeten hatte aber etwas veränderte Bedeutungen, je nach der Stellung, die er gerade im Tierkreise einnahm, sowie nach seiner Stellung zum Horizonte bei Tage oder bei Nacht. Von den zwölf Zeichen oder Häusern des Tierkreises gehörten der Sonne und dem Monde je eines, nämlich

der Sonne der Löwe, dem Monde der Krebs, dagegen den fünf Planeten je zwei, und die Wirkungen jedes dieser Himmelslichter galten als gesteigerte, wenn dasselbe sich gerade in einem ihm zugehörigen Hause des Tierkreises oder an besonderen für ihn kritischen Punkten anderer Häuser des Himmels befand.

Schliefslich empfing die Bedeutung und Vorbedeutung der jeweiligen Gesamtlage der Himmelserscheinungen den entscheidenden Charakter durch die Wirkungen eines oder mehrerer der glücklichen oder unglücklichen Planeten, welche gerade an Stellen ihres gesteigerten Einflusses standen.

Das sogenannte Horoskop aber und die daraus für das ganze Leben eines Neugeborenen gezogene Vorbedeutung wurde abgeleitet aus demjenigen Punkte des Tierkreises oder der Ekliptik, welcher in der Stunde der Geburt im Aufgang begriffen war. Nicht nur war der Planet, zu dessen Hause diese Stelle des Tierkreises gehörte, der bestimmende Gebieter des Lebens, sondern die einzelnen Teile des Tierkreises hatten auch allmählich an sich durch die Zugehörigkeit zu den einzelnen Planeten reichere Spezialbedeutungen gewonnen, welche den in der Geburtsstunde aufgehenden Punkten des Tierkreises einen selbständigen Anteil an der Vorbedeutung verschafften. Der Einflufs des gebietenden Planeten des Horoskops wurde wieder wesentlich bedingt durch die Stellung, die der Gebieter selbst zur Geburtszeit am Himmel einnahm, und auch die anderen Planeten sprachen nach ihren verschiedenen Stellungen am Himmel ein gewichtiges Wörtchen mit.

Die grofsen Astronomen des Altertums und des Mittelalters, die sich den Kanon dieser Vorbedeutungen und dieser Weissagungen gefallen liefsen und danach auch ihrerseits Schicksalsprophezeiungen aufstellten, suchten natürlich auch nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten zur Erklärung der ihnen überlieferten Zusammenhänge zwischen den Stellungen der Gestirne und den Menschenschicksalen.

Die Sonne war ja mit ihren Licht- und Wärme-Wirkungen eine entscheidende Macht für das ganze Erdenleben. Diese waren aber so umfassende und allgemeine, dabei eigentlich in so einfacher Gesetzmäfsigkeit verlaufende und wiederkehrende Einwirkungen, dafs es kaum möglich erschien, denselben irgend einen Spezial-Einflufs auf besondere menschliche Lebensentwickelungen abzugewinnen. Erst jetzt, seitdem man die im Sonnenkörper und in seiner nächsten Umgebung vorgehenden gewaltigen und mitunter sehr schnellen Veränderungen immer deutlicher erkundet, und seitdem man mit immer

gröfserer Sicherheit zu ergründen beginnt, welche Fülle von verschiedenartigen Einflüssen auf das Erdenleben in Gestalt der zweifellosen Mannigfaltigkeit der Sonnenstrahlungen mit jenen Veränderungen zusammenhängt, erst jetzt beginnt man, tiefer zu verstehen, in welcher Weise die Sonne unablässig in die Lebens- und Schicksalsbedingungen der Erdenwelt einzugreifen vermag, und zwar in einer noch unerkannten, aber jedenfalls viel verwickelteren Gesetzmäfsigkeit, als in ihren gewöhnlichen Licht- und Wärme-Wirkungen waltet.

Hiervon hatte das Altertum noch keine Ahnung.

Hingegen der Mond beeinflufste offenbar sehr eigenartig und auch, entsprechend seiner kürzeren Umlaufszeit, in sehr veränderlicher Weise das Erdenleben. Uralt war die Wahrnehmung, dafs die Ebbe und Flut der Meere von seiner jeweiligen Stellung zum Horizonte und zur Sonne ganz wesentlich abhing. Sein nächtliches Licht schien den Schlafzustand reizbarer Organismen zu irritieren, auch in der Pflanzenwelt und der Tierwelt Wachstum und Entwickelung absonderlich anzuregen. Und der Dauer eines Lichtmonats entsprach ungefähr die Dauer der weiblichen Periode, welche eine so nahe Beziehung zur Empfängnis und somit auch zur Geburt hat.

Dies alles schien auch den bedeutendsten Astronomen jener Zeit sehr erhebliche Gesichtspunkte zur Rechtfertigung des Glaubens an die Einflüsse der Gestirne auf die Lebensentwickelung und die Schicksale der Menschen zu enthalten. Dazu kam die fast allgemeine Überzeugung von der zentralen Stellung der Erde im Weltgebäude und die aus der Fallrichtung der Körper gezogene Auffassung, dafs überall im Weltenraume gewisse Kräfte, wie diejenigen der Schwere, nach der Erde hin gerichtet seien.

Indessen beruhigte man sich in den Kreisen der Wissenden und der organisierten astrologischen Prophezeiung durchaus nicht leichtfertig bei solchen doch ziemlich unbestimmten Analogien, sondern man hat von früher Zeit an bis in die Tage Kepplers, des letzten bedeutenden Astrologen, redlich nach echt induktiver statistischer Methode daran gearbeitet, die Schicksalseinflüsse der verschiedenen Konstellationen auch unmittelbar erfahrungsmäfsig zu ergründen, wie ich oben schon angedeutet habe.

Man hatte grofse Register von vergangenen Ereignissen im Leben der einzelnen Menschen und in der Geschichte der Völker aufgestellt und zur Vergleichung alle wesentlich in Frage kommenden gleichzeitigen Konstellationen der Gestirne eingefügt. Man hatte von

bedeutenderen Menschen, deren Lebensumstände vollständiger bekannt waren, biographische Tabellen entworfen, in denen der Lebensgang nicht nur mit dem begleitenden Einflusse der Gestirne, sondern auch mit dem ganzen Lebensbilde, welches sich gemäfs dem Horoskop aus den Konstellationen bei der Geburtsstunde ergab, sorgfältig zusammengestellt war. Es existierten statistische Arbeiten dieser Art offenbar schon in den uralten Anfängen der Astrologie, gewissermafsen Archive der prophetischen Wissenschaft und Kunst. Manches dieser Art ist erhalten geblieben. So besitzen wir höchst merkwürdige Aufzeichnungen solcher Vergleichungen von Lebensgängen mit dem Gange der Gestirne und ihren Ansagen bei der Geburt u. a. aus dem Nachlasse Kepplers.

Angesichts dieser höchst mühevollen und — wenigstens der Form nach — echt wissenschaftlichen Arbeiten vieler sehr ernster und wahrheitsliebender Männer liegt der Einwurf nahe: Aber wie könnt Ihr denn die Stirn haben, alle diese Weisheit, alle diese Überzeugungen so zu sagen in die Rumpelkammer alten Aberglaubens zu werfen?

Von radikaler Seite wird sofort entgegnet, es sei doch klar, dafs seit dem endgültigen Siege der Kopernikanischen Lehre, seitdem also die Erde nicht mehr im Mittelpunkte der ganzen Welt stehend angenommen werden könne, die Astrologie total entwurzelt sei, weil sie nur aus der Illusion von dieser Stellung der Erde hervorgegangen sei.

Nach allem, was oben in Betreff der Entwickelung der Astrologie dargelegt worden ist, wäre dies aber nicht zutreffend; denn die Idee der zentralen Stellung der Erde ist hierbei sozusagen nur ein Nebenquellflufs des grofsen Stromes der ganzen Entwickelung astronomischen Vorherwissens und Voraussagens gewesen.

Wären die Ergebnisse der soeben erwähnten statistischen Arbeiten über die Beziehungen zwischen den Konstellationen und den Lebensentwickelungen in der Menschenwelt wirklich kritisch haltbar, so müfste man eben den Schlufs ziehen, dafs jene himmlischen Einflüsse wirklich existierten, gleichviel welche Stellung die Erde im Weltenraum hat, und gleichviel ob sie grofs und klein ist im Verhältnis zu den anderen Weltkörpern.

Wir werden auch sehen, dafs der Geistesheros Keppler, der eigentliche siegreiche Vollbringer des grofsen Kopernikanischen Durchbruches zum Lichte und zur Überwindung einer uralten Illusion der Menschenköpfe, seine astrologischen Ansichten durch

die neuen Überzeugungen auch nicht im mindesten erschüttert fühlte, dafs vielmehr seine allmähliche, immer vollständigere Abwendung von der Astrologie einzig und allein auf der gesunden Kritik beruhte, mit welcher er die Nichtigkeit jener ganzen statistisch-historischen Begründung des Glaubens an die Einflüsse der Gestirne auf die Menschenschicksale erkannte.

Wenn man jene Begründung eindringlich untersucht, so schrumpft in der That ihr ganzer Wert, ihre ganze anscheinende Gröfse und Solidität zu der immerhin interessanten, aber auf einem ganz anderen Felde der Forschung liegenden Bedeutung eines Gewebes von Trugschlüssen und Urteilsfehlern zusammen, zu einem jener Hirngespinste, mit denen der Wille zur äufseren Macht, diese gefährlichste Verirrung vieler grofsen Intellekte, der wahre Diabolos dieser Erdenwelt, die Menschheit belastet hat.

Den eingehenderen Nachweis jener Trugschlüsse und Urteilsfehler will ich im letzten Abschnitt unter Zuziehung von Kepplers eigenen Aufzeichnungen und von Mitteilungen aus seinem astrologischen Verkehr mit Wallenstein und Kaiser Rudolf zu führen suchen. Vorher möchte ich noch einige Worte sagen über die Stellung der Gewaltigen der Erde, nämlich der Kriegshelden und Monarchen, zur Astrologie.

Sicherlich sind viele von ihnen wie durch Orakelsprüche und Augurien, so auch durch Horoskope und Prognostika astrologischen Ursprungs in ihrem Thun beeinflufst worden, besonders wenn der Astrologe ein feiler Ratgeber war und ihnen zum Munde redete, so dafs sie nur den Segen der Gestirne zu denjenigen Entschlüssen empfingen, die eigentlich schon in ihren jeweiligen Interessen und Willensrichtungen wurzelten. Weissagungen, die diesen Entschlüssen und den Eingebungen derjenigen inneren Stimme widersprachen, welche die Gewaltigen meist ihren eigenen Gott nennen, werden wohl schwerlich erheblichen Einflufs gehabt haben. Somit wird man wohl sagen können, dafs im allgemeinen die Verwirrung, welche die astrologische Weissagung bei jenen grofsen Herren selber anrichtete, relativ nicht grofs gewesen ist.

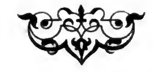
Offenbar sind sie von den Gestirnen öfter bedient worden, als sie selber der Sterndeutung dienten. Solche Bedienung hat auch offenbar darin bestanden — und das ist wohl mit die schädlichste Wirkung der Astrologie gewesen —, dafs die vulgären Astrologen dazu helfen mufsten und auch sehr leicht dazu helfen konnten, den jeweiligen Konstellationen solche Deutungen abzugewinnen, welche

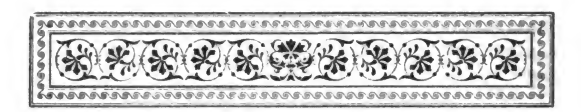
die Volksmenge für die augenblicklichen Absichten der Gewaltigen empfänglich und willig machten.

Sehr merkwürdig ist es aber, zu sehen, wie hoch doch schliefslich in Kepplers Zeit, kurz vor der gänzlichen Entthronung der Astrologie von ihrer gebietenden Stellung als höchste Weissagungskunst, ihre Macht auch über die grofsen Herren emporgewachsen war, und zwar in Verbindung mit der grauenvollen Steigerung fast jeder Form des Aberglaubens in dem Jahrhundert nach der Reformation.

Kepplers Briefe und Aufzeichnungen werden uns jene Machtstellung der Astrologie, aber auch die ganze Versteifung ihrer Trugschlüsse und Urteilsfehler recht klar vor die Augen bringen.

(Schlufs folgt.)





Der Kampf um die Gesundheit im XIX. Jahrhundert.

Von Geh.-Rat Prof. **Rubner** in Berlin.

(Fortsetzung.)

Die moderne Mikrobiologie beginnt etwa mit dem Jahre 1837, als Schwann in Berlin, gleichzeitig mit Cagniard Latour, erkannte, dafs die Traubenmostgärung durch kleine Wesen, die wir jetzt Hefezellen nennen, entstehe, die den Zucker unter Alkohol- und Kohlensäurebildung verzehren. Damit kam die sogenannte vitalistische Gärungstheorie zur Geltung. Aber sie hielt sich keineswegs als beherrschende Theorie. Liebig protestierte 1840 gegen eine solche Auffassung; er sagte, die Hefezellen entwickeln sich so in Zuckerlösungen, wie die Salzpflanzen in der Nähe von Salinen oder die Würmer im Käse. Die Schiffsmühlen zwischen Bingen und Mainz seien nicht die Ursache der Wasserbewegung des Rheins, sondern die Sache sei umgekehrt. Ähnlich bei der Hefe.

Aber schon im Jahre 1857 erschien eine Arbeit von Pasteur über die Säuerung der Milch, in der bewiesen wurde, dafs auch bei diesem Vorgang eigenartige Mikroben wüchsen, und durch letztere sich die Säuerung auf frische Milch übertragen liefse. In den nächstfolgenden Jahren entdeckte er die Veränderung des Sauerwerdens, des Trübwerdens des Weins und ein Verfahren, das nach ihm „das Pasteurisieren“ benannt wurde, nämlich durch Erhitzen auf 70° und rasches Abkühlen Bier, Wein etc. vor weiterer bakterieller Zersetzung zu schützen.

1861 folgte die Entdeckung des Buttersäurefermeuts und die Erkenntnis, dafs manche Bakterien speziell nur unter Ausschlufs jeglichen Sauerstoffs gedeihen. So konnte man im Jahre 1863 in der That aussprechen: Keine Gärung ohne Organismen, bei jeder Gärung eine bestimmte Art von Organismen. Pasteur nannte die Gärung Leben ohne Luft, was freilich über das Ziel etwas hinausschofs.

Man erkannte namentlich auf Grund der Pasteur-Versuche, dafs wir überall in der Aufsenwelt Bakterien begegnen können, dafs diese

in der Luft als Stäubchen, im Boden, Wasser und bei den verschiedenartigsten Vorgängen im täglichen Leben auftreten.

Hochbedeutend waren diese Arbeiten, weil sie uns allmählich gezeigt haben, wie man methodisch vorgehen mufs, um der kleinsten Lebewesen habhaft zu werden.

Die Ärzte aber verfolgten diese Untersuchung über Gärung und Fäulnis mit gespannter Aufmerksamkeit; nach ihrer Auffassung hatten beide unverkennbare Beziehungen, namentlich zu den sogenannten miasmatischen Krankheiten. Da viele Kranke einen wider-



Fig. 11. Vergröfserung 1 : 1000.

lichen Geruch, der an faulendes Material erinnert, verbreiten, wie Blatternkranke, Krebskranke, Halskranke, Septischerkrankte, so nahm man dies als Ausdruck wirklicher Fäulnis und dachte, es müfsten einerseits hier ähnliche Ursachen wirksam sein wie bei faulenden Stoffen aufserhalb des Körpers, und aufserdem müfste die Fäulnis von Stoffen in unserer Umgebung wieder zur Ursache für eine Erkrankung werden können. So entstand die Lehre von der pythogenen Infektion; speziell den Typhus glaubte man mit Schmutz und Unrat in unserer Umgebung in Zusammenhang bringen zu müssen. Wenn uns auch die schliefsliche Lösung aller dieser Fragen unendlich viel Neues und Wunderbares gebracht hat, in gewissem Sinne kann man

doch den Deduktionen der Alten eine gewisse Berechtigung nicht absprechen.

Durch die unausgesetzten Forschungen auf naturwissenschaftlichem und medizinischem Gebiete verdichteten sich die Beweise für die Krankheitserregung durch Mikroben immer mehr Man erkannte die Krätzmilbenkrankheit, man fand Pilze bei dem Soor der Kinder und bei verschiedenen Hautkrankheiten. 1850 entdeckte Davaine bei einer schweren Krankheit, der Milzbranderkrankung, im Blut fremde Organismen; er machte gelungene Impfversuche mit Übertragung der Krankheitserreger. Man erkannte die Seidenraupenkrankheit, bei welcher die Parasiten in die Eier übergehen und vererbt werden.



Fig. 12. Vergröfserung 1 : 1000.

Die pathologisch-anatomische Forschung, bei Krankheitsfällen mikroskopisch nach den Parasiten zu suchen, hatte seit Mitte der sechziger Jahre begonnen, und es war auch Klebs, Waldeyer, v. Recklinghausen gelungen, den Nachweis solcher, in kranken Organen vorkommender Mikroben zu erbringen. 1873 entdeckte dann Obermeyer in dem Blute von rückfalltyphuskranken Menschen feine Organismen, schraubenzieherförmig von Aussehen, welche ganz unzweifelhaft die Krankheitserreger sind. 1875 hatte Weigert entdeckt, dafs die Anilinfarben vorzüglich verwendet werden können, um Bakterien zu färben, und auch die mikroskopische Ausrüstung wurde durch die Erfindungen Abbés eine wesentlich bessere.

Seit 1878 beteiligte sich neben Pasteur R. Koch in Deutschland an den bakteriologischen Arbeiten, und ganz besonders haben seine ebenso einfachen wie vortrefflichen Bakterienzüchtungsmethoden es ermöglicht, diese Mikroben näher nachzuweisen und so zu kultivieren, wie der Botaniker in künstlicher Weise die Pflanze zur Entwicklung bringt.

Pasteur war es gelungen, eine Reihe der wichtigsten Gärungen näher aufzuklären, auch einige bedeutungsvolle Krankheitserreger zu züchten, die Methode von Koch war aber ganz unzweifelhaft die weit bedeutungsvollere und hat deshalb auch die besseren

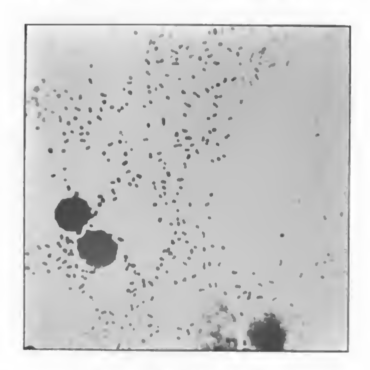


Fig. 13. Vergröfserung 1 : 1000.

Erfolge aufzuweisen. Was noch Mitte der siebziger Jahre ein Traum schien, wurde zur Wirklichkeit: die Krankheitserreger der wichtigsten Volkskrankheiten konnten aufgedeckt werden, die Feinde, welche unsägliches Elend über die Nationen bringen, konnten aufserhalb des Körpers zum Wachstum gebracht und in allen ihren Lebenseigenschaften erforscht werden. Koch gelang die Auffindung des Krankheitserregers der Tuberkulose und die Entdeckung des Kommabacillus, des Erregers der Cholera asiatica. Seine Methoden waren aber so allgemein anwendbar, dafs sie auch in den Händen anderer alsbald die wichtigsten Resultate zeitigen konnten. So lernte man bald die Diphtheriebacillen, die Typhusbacillen, Influenzabacillen, Pneumoniebacillen, die Bakterien der Wundinfektionskrankheiten, zu

deren Aufdeckung Koch selbst das Fundament gelegt, kennen. Auch die Tierkrankheiten wurden in ihren Ursachen aufgeklärt. Neuerdings sind die Pestbacillen entdeckt worden.

Die Krankheitserreger vieler Krankheiten gehören zu den Bakterien oder Spaltpilzen, das sind kleinste Lebewesen, die zum Teil nicht einmal an Gröfse $^{1}/_{1000}$ Millimeter erreichen, die aber trotzdem so verderbliche Wirkungen zeigen. Selten sind sie im ganzen Körper des Kranken verbreitet, oft nur an bestimmter Stelle, bei Diphtherie im Halse, bei Cholera im Darm,



Fig. 14.

und von dort senden sie ihre Gifte durch den Körper, Gifte, deren Wirksamkeit die aller sonst bekannten unendlich übersteigt.

Die beigegebenen Photogramme zeigen uns bei 500—1000 facher Vergröfserung die wichtigsten Feinde des Menschen aus dem Reiche der Bakterien.

Fig. 11 zeigt den von Löffler zuerst gefundenen Diphtheriebacillus, Fig. 12 die von Koch entdeckten Choleravibrionen, an denen man in vorliegendem Präparate ihre Fortbewegungsorgane, Geifseln genannt, sehen kann; Fig. 13 die Pestbacillen aus einer Geschwulst in den Weichen (Femoralbubo).

Die wichtigste und mörderischste Seuche ist gegenwärtig in unserem Klima noch die Tuberkulose (Schwindsucht). Ihre Ausbreitung ist wesentlich mit von der Verbreitung der Industrie abhängig,

während die landwirtschaftlichen Betriebe günstigere Verhältnisse zeigen. Ihre Verbreitung in Deutschland zeigt vorstehende Karte (Fig. 14). Bekanntlich werden die Krankheitserreger dieser Seuche, welche Koch zuerst entdeckt hat, hauptsächlich mit dem Auswurf bei dem Husten ausgeschieden, aber auch die Milch und Milchprodukte tragen, weil auch bei den Kühen Tuberkulose häufig vorkommt, viel zur Verschleppung des Krankheitsstoffes bei. Fig. 15 zeigt uns bei starker Vergrösseruug eine Spur von dem Auswurfe eines Lungenkranken; die feinen Stäbchen in der Mitte des Bildes sind Tuberkelbacillen. Glücklicherweise läfst sich vieles zur Bekämpfung der Seuche thun, wenn man den Auswurf der Kranken auffängt und



Fig. 15 Vergröfserung 1 : 1000.

unschädlich macht und die Milch durch Kochen von den Krankheitserregern befreit.

Auf Grund dieser hochbedeutsamen Entdeckungen konnten nun die Mafsnahmen der Krankheitsverhütung in weit wirksamerer Weise in die Hand genommen werden wie früher. Von vielen und wichtigen Krankheiten kennen wir die Erreger; sie wandern thatsächlich von der Aufsenwelt in den Gesunden hinein. Diese Krankheiten sind nicht vererbt, sie werden nur direkt oder indirekt durch Zwischenträger vom Kranken weiter verbreitet. Doch denke man sich nicht, unsere ganze Welt sei erfüllt von solchen Krankheitsstoffen.

So wie die wilden Tiere, die giftige Schlange und giftigen Pflanzen u. a. verschwinden unter der Fülle nutzbringender Geschöpfe, so ist es auch mit den schädlichen Mikroben. Wenige nisten

in der freien Natur, manche kommen nur zu gelegentlicher Verbreitung im Wasser und Boden und in unserer häuslichen Umgebung.

Unabänderliche Kräfte arbeiten an ihrer Vernichtung. Je mehr sie an unseren Körper angepafst sind, desto kläglicher gehen sie zu Grunde, wenn sie den menschlichen Körper verlassen; der Nahrungsmangel, die ungünstige Temperatur, wechselnde Trockenheit und Feuchtigkeit, Konkurrenz mit anderen Bakterien, der Sonnenschein u. s. w. dezimieren sie.

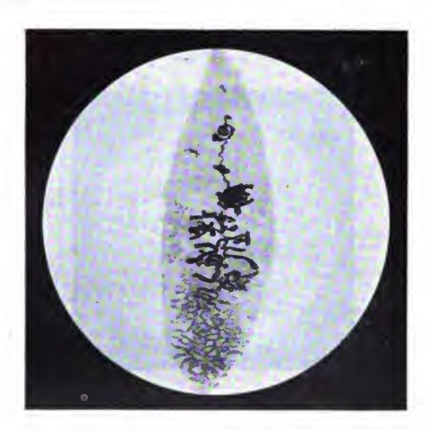


Fig. 16. **Distomum lanceolatum.**

Mit den Tieren haben wir nur wenige Krankheiten gemein, allerdings doch einige recht wichtige. Es kann der Milzbrand, der Rotz der Pferde, die Perlsucht der Rinder, die Pest der Ratten auf uns übertragen werden und umgekehrt.

So wichtig eine vernünftige Lebenshaltung ist, so wichtig Mafsregeln sind, welche gegen die leichtfertige Ausbreitung von Krankheitskeimen ankämpfen, ebenso wichtig ist es auch, nicht in unsinniger Bakterienfurcht sich zu ergehen. Man kann die Infektionen bis zu einem gewissen Grade meiden, aber auch nicht jede Berührung unseres Körpers mit krankmachenden Bakterien „zündet“.

Der gesunde Mensch verfügt von Natur aus über Schutz-

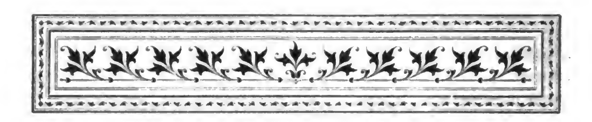
kräfte; je besser es mit seiner Gesundheit steht, desto günstiger die Abwehr. Unser Blut enthält, wie H. Buchner zuerst gezeigt hat, Stoffe, welche eindringende Bakterien töten, oder ihre vergiftende Wirkung aufheben. Bei schwächlichen Personen sieht man oft das Gegenteil; sie werden leicht von allen möglichen Krankheiten ergriffen.

Während Koch durch seine vorzüglichen Methoden einen ganz entschiedenen Vorteil gegenüber den gleichzeitigen Bemühungen Pasteurs und seiner Schüler hinsichtlich der Bakterienkultur errang, gewann dagegen Pasteur einen bedeutungsvollen Vorsprung hinsichtlich der Verwertung der Bakterien und ihrer Produkte zu Schutzimpfungen. Die von Jenner Ende des vorigen Jahrhunderts ausgearbeitete Methode der Blatternschutzimpfung hat sich allerdings ziemlich langsam, aber doch in allen europäischen Staaten eingebürgert. Erst 1874 haben wir ein Reichsimpfgesetz erhalten. Die Vorteile dieser Impfung in der Bekämpfung der Blattern stehen aufser Zweifel.

Die Bemühungen bei anderen Krankheiten, auch durch Schutzimpfungen vorzugehen, schlugen anfangs fehl. Erst Mitte der achtziger Jahre begegnen wir neuen solchen Bestrebungen, indem man namentlich durch Pasteurs Arbeiten aus Bakterien Impfstoffe herstellte, so z. B. für viele Tierkrankheiten, aber auch für die Bekämpfung der auf den Menschen übertragenen Hundswut. Anfang des vergangenen Jahrzehnts fand man durch die Versuche von Wernicke und Behring die Möglichkeit, mittelst des Serums der mit Bakterienprodukten vorbereiteten Tiere wirksame Schutz-, aber auch Heilimpfungen bei Tetanus und Diphtherie vorzunehmen.

(Schlufs folgt.)





Die Bedeutung der äufseren Artmerkmale im Tierreich.

Von **Dr. Alexander Sokolowsky** in Berlin.

Durch die Erkenntnis, dafs dem Auftreten wie dem Schwunde der Zeichnungsmerkmale der Tiere eine ganz bestimmte Gesetzmäfsigkeit zu Grunde liegt, hat die biologische Wissenschaft eine wesentliche Bereicherung erfahren.

Auf der anderen Seite sind unsere Kenntnisse über den Wert und Nutzen der Zeichnung für die Tierwelt noch sehr mangelhaft.

Wenn es auch erwiesen ist, dafs bei einer Reihe von Tieren die Zeichnungscharaktere als Anpassungsform an die Verhältnisse der Aufsenwelt ihren Trägern von Nutzen sind, so sprechen auch wiederum Gründe dafür, dafs dieses nicht unbedingt der Zweck sämtlicher diesbezüglicher Merkmale sein kann.

Die Zeichnung als Schutzmittel dient dazu, den Tierkörper durch Zeichnung und Farbe so seiner Umgebung anzupassen, dafs er sich von der Aufsenwelt nur bei scharfer Beobachtung abtrennt und mithin das Tier von seinen Feinden leicht übersehen wird.

Selbstverständlich tritt dieser Nutzen nur dann in Kraft, wenn sich das Tier in seiner heimatlichen Umgebung befindet, in welchem Falle sich Kolorit und Zeichnung häufig ausgesprochen nach dem lokalen Charakter der Gegend richten. Dieser Anpassung kommt die Lebensweise der Tiere sehr zu gute. Es lassen sich hierfür unendlich viele Beispiele anführen; ich will nur eins herausgreifen: Die Eulen, welche Nachttiere sind, verbringen den Tag schlafend in Höhlen und Spalten von Bäumen und Felsen. Um nun den während des Tages umherstreifenden Raubtieren zu entgehen, ist das Kolorit ihres Federkleides nicht nur in düsteren Tönen gehalten, sondern durch Strichelung so vorteilhaft gezeichnet, dafs die ruhig in ihren dunklen Schlupfwinkeln

sitzenden Tiere von der umgebenden Baumrinde oder dem Gestein schwer zu unterscheiden sind.

Andere Tiere sind durch den Zeichnungsschutz ihrer Beute halber im Vorteil. Die Rohrdommeln, welche stundenlang in gleicher Stellung ruhig verharren, täuschen mit ihrem starr ausgestreckten Halse Rohrstengel vor. Sie werden daher leicht von den Fischen übersehen.

Wenn man sich vergegenwärtigt, mit welchem Raffinement manche Tiere ihrer Umgebung angepafst sind — ich erinnere nur an die Stabheuschrecken, welche dürren Zweigen gleichen, sowie an Käfer, welche den Eindruck von Flechten erwecken —, so mufs es auffallen, dafs es viele Tiere giebt, welche durch Farbe und Zeichnung oft geradezu herausfordernd auffällig gekennzeichnet sind. Bei Erwähnung der Stabheuschrecke handelte es sich um ein Tier, welches nicht nur in der Farbe, sondern namentlich auch in der gesamten Körperform der Umgebung angepafst erscheint. Es lassen sich aber auch Tiere aufzählen, welche durch absurde Entwickelung ihrer Körperform sofort in die Augen springen.

Dieser scheinbare Widerspruch in der Natur erscheint bei eingehendem Nachdenken in ganz anderer Beleuchtung.

Eine Reihe auffallender Farben im Tierreich sind als Trutz- oder Schutzmittel aufzufassen; sie sind gleichsam Warnungstafeln gegen Feinde. Als Beispiele führe ich die Unken und Wespen an. Beide Tiere werden noch durch besondere Vorrichtungen in anderer Weise geschützt: Die Unke sondert bei Angst einen giftigen Schaum aus Rücken und Oberseite der Schenkel ab, die Wespe hat in ihrem Stachel, welcher mit einer Giftdrüse in Verbindung steht, eine gefährliche Waffe.

Auch das Stinktier ist vermöge seiner eine entsetzlich riechende Flüssigkeit produzierenden Stinkdrüse, trotz auffallender Zeichnung, vortrefflich geschützt. Dieses hat sogar, wie ich glaube, die ausgedehnte Verbreitung des Tieres ermöglicht.

Nun giebt es aber eine Anzahl von Tieren, welche gleichfalls auffallende Färbung resp. Zeichnung, namentlich an ganz bestimmten Stellen, besitzen, für deren Vorhandensein die Erklärung als Schutz- oder Trutzmittel durchaus nicht zutrifft.

Unter den Affen zeigen verschiedene Meerkatzenarten von ihrem düster gefärbten Fellkolorit blendend abstechend gefärbte Merkmale; es sind dieses weifse Flecke auf der Nase oder weifse Flecke auf der Oberlippe, wie diese z. B. Büttikofers Weifsnase (Cercopithecus

büttikoferi Temm) und die Schnurrbartmeerkatze (Cercopithecus cephus L.) tragen.

Es handelt sich hier, meiner Überzeugung nach, in diesen und zahlreichen Fällen, bei welchen sich Tiere durch auffallende Zeichnung, Farbe oder körperliche Eigenschaften hervorthun und namentlich von den nächsten Verwandten unterscheiden, um Artmerkmale, welche bei den Tieren durch geschlechtliche Zuchtwahl entstanden und weiter ausgebildet wurden. Sie dienen den einzelnen Vertretern der Art als Erkennungszeichen unter sich.

Für diese Ansicht spricht der Umstand, dafs sich diese auffallenden Merkmale hauptsächlich bei solchen Tieren finden, welche vermöge ihrer Gewohnheit, in Scharen zu leben, durch gegenseitige Wachsamkeit eines aufserordentlich diffizil ausgebildeten Schutzkleides, wie es das allein umherstreifende Geschöpf nötig hat, nicht bedürfen. Mithin werden ihnen diese auffallenden Merkmale nicht zum Schaden gereichen. Ferner mufs es auffallen, dafs sich diese Arterkennungszeichen namentlich bei Tieren solcher Gebiete finden, in welchen, wie es die angeführten Meerkatzen beweisen, zahlreiche Arten derselben Gattung vorhanden sind. Meerkatzenarten sind namentlich in Westafrika aufserordentlich zahlreich, bei ihnen finden sich gerade solche mit auffallenden Merkmalen gezeichnete Formen.

Namentlich auch bei den Vögeln scheint diese Ansicht Bestätigung zu finden.

Mir fiel bei einem Studium der Taubenarten der Südsee die Thatsache auf, dafs viele Arten sich nur durch geringfügige Unterschiede, welche hauptsächlich auf bestimmt gefärbten Flecken beruhen, unterscheiden. Ich bin der Meinung, dafs es sich hier um Arterkennungszeichen für den Verkehr der Tiere unter sich handelt. Der Zweck dieser Eigenschaft wird der sein, einer Bastardierung entgegenzuarbeiten. Wenn es auch richtig ist, dafs dem Einflufs der Aufsenwelt die gröfste Rolle bei der Artbildung zugeschrieben werden mufs, so glaube ich, dieser Auswahl zu Gunsten der Ausprägung von Artunterschieden ebenfalls dabei eine grofse Bedeutung zuweisen zu können. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Tierarten in Gestalt, Farbe und Zeichnung erhält hierdurch eine tiefere Begründung. Oft liegen Farben, wie z. B. bei vielen Taubenarten, scharf, unvermittelt nebeneinander, wodurch die Tiere sich sofort auf den ersten Blick von verwandten Arten unterscheiden. Hierbei ist es sicherlich nicht gleichgiltig, an welchen Stellen sich diese Merkmale befinden. Es hängt dieses wiederum von der Lebensweise ab. Abzeichen vor der

Brust getragen, können Vorteil zwecks Erkennen der Artgenossen bei der Annäherung bieten, Abzeichen, auf dem hinteren Körperteil getragen, bewähren sich als Erkennungszeichen bei der Flucht. Als Beispiel mögen die Spiegel der Hirsche und Antilopen, sowie die oft in den schreiendsten Farben gehaltenen Gesäfsbildungen mancher Affen gelten.

Der exakten Forschung steht zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen noch ein weites Arbeitsgebiet offen.





Über die im letzten Jahrzehnt gemachten Fortschritte der spektralanalytischen Bestimmung von Sternbewegungen hat Prof. H. C. Vogel am 19. April vorigen Jahres der Berliner Akademie der Wissenschaften einen zusammenfassenden Bericht*) vorgelegt, mit dem auszugsweise bekannt zu werden auch den Lesern dieser Zeitschrift willkommen sein dürfte.

Bekanntlich hatte H. C. Vogel im Verein mit J. Scheiner während der Jahre 1887—1891 durch die Einführung der photographischen Methode bei der Untersuchung der Fixsternspektra auf Grund des Dopplerschen Prinzips eine neue Ära der astrophysikalischen Forschung begründet. Die geringe Lichtstärke des Potsdamer Refraktors bedingte jedoch eine Beschränkung der damaligen Untersuchungen auf 47 der hellsten Sterne, unter denen sich vier unerwarteter Weise durch ihre periodischen Bewegungen in der Gesichtslinie als Doppelsterne erwiesen.

Die weitere Ausdehnung ihrer bahnbrechenden Untersuchungen mufsten die Potsdamer Astronomen in Ermangelung eines ausreichend lichtstarken Fernrohrs zunächst dem Auslande überlassen, das sich denn auch mit erfreulichem Eifer und rühmenswertem Erfolge dem neu erschlossenen Arbeitsgebiete zuwandte. Nachdem daher nunmehr der neue, in erster Reihe für spektrographische Zwecke erbaute, Potsdamer Refraktor von 80 cm Öffnung vollendet und seiner Bestimmung übergeben ist, haben die mit voller Energie wieder aufgenommenen Arbeiten nicht nur an die früheren, am gleichen Orte begonnenen Untersuchungen anzuknüpfen, sondern auch die zahlreichen schönen Ergebnisse auswärtiger, inzwischen unternommener Forschungen zu berücksichtigen.

*) Die unter der Signatur 1900, XX in den „Sitzungsberichten" erschienene Abhandlung ist übrigens einer neueren Bestimmung gemäfs auch einzeln im Buchhandel erhältlich, worauf wir bei dieser Gelegenheit besonders aufmerksam machen.

Als erster, der nach dem Muster der Potsdamer Methoden die spektrographischen Methoden im Auslande aufnahm, ist Belopolski zu nennen, der 1891 den grofsen Pulkowaer Refraktor von 76 cm Öffnung mit einem Spektrographen versehen liefs und eine Reihe wertvoller Untersuchungen an gewissen veränderlichen Sternen unternahm. Seine Forschungen bezogen sich hauptsächlich auf veränderliche Sterne, wie δ Cephei, η Aquilae, β Lyrae und andere, bei denen sich periodische Bewegungsänderungen nachweisen liefsen, die mit der Periode des Helligkeitswechsels im Zusammenhang stehen und daher die Lichtschwankungen als eine Folge der Duplizität erscheinen lassen. Besondere Schwierigkeiten bot der letzte der genannten Sterne dar, dessen Spektrum sowohl helle als auch dunkle Linien enthält, jedoch wurden dieselben schliefslich dadurch behoben, dafs Belopolski die Messungen auf eine bestimmte, dunkle Magnesiumlinie, neben der sich keine Emissionslinien fanden, beschränkte. Die Einstellungen wurden dadurch so genau, dafs eine einfache Doppelsternbahn zur Erklärung der beobachteten Linienverschiebungen ausreichte. Es ergab sich ein Abstand beider Komponenten von 6,4 Millionen Meilen, die Massen derselben aber wurden auf das achtzehnfache bezw. neunfache der Sonnenmasse bestimmt, da der eine Stern eine Bahngeschwindigkeit von 24 geogr. Meilen besitzt. Auch bei α_1 und ζ Geminorum, λ Tauri und θ Ursae majoris hat Belopolski veränderliche Bewegungen entdeckt und schliefslich bei ζ Herkulis eine auffallend starke Eigenbewegung von 70 km im Sinne einer Annäherung an die Sonne festgestellt.

Diese letzte Beobachtung wurde übrigens durch Campbells Entdeckung einer Geschwindigkeit von 87 km bei η Cephei noch überboten. Dieser Stern ist bis jetzt das am schnellsten bewegte Himmelsobjekt, denn selbst bei Berücksichtigung der ihrer Gröfse nach noch nicht genau bekannten Bewegung des Sonnensystems dürfte bei ihm noch eine individuelle Geschwindigkeit von mehr als 70 km in der Richtung nach uns zu übrig bleiben.

Auch im Planetensystem hat das Dopplersche Prinzip interessante Anwendungen gefunden. So konnte Deslandres mit dem Pariser Teleskop von 1,2 m Öffnung am Jupiterspektrum den Nachweis führen, dafs bei einem mit reflektiertem Licht leuchtenden Himmelskörper die Linienverschiebungen nicht nur von der Bewegung des Objekts relativ zur Erde, sondern zugleich auch, wie Poincaré es vorausgesehen hatte, von der Bewegung gegen den die primäre Lichtquelle darstellenden Zentralkörper, im vorliegenden Fall also die

Sonne, abhängig sind. Bedeutsamer noch war jedoch das Ergebnis der spektrographischen Rotationsbestimmung der Saturnringe durch Keeler.*) Denn hier konnte die bereits von Maxwell und Hirn aus theoretischen Gründen angenommene Hypothese, dafs die Ringerscheinung durch zahllose, kleine, mondartig den Saturn umkreisende Körperchen hervorgerufen werde, glänzend bewiesen werden, da sich für die äufseren Teile des Saturnringes eine successive gröfser werdende Rotationsdauer, wie sie bei obiger Hypothese durch Keplers Gesetze gefordert wird, ergab. Der Wert dieses Triumphes der Wissenschaft wird noch wesentlich dadurch erhöht, dafs Keelers Messungen später noch von mehreren anderen Astronomen bestätigt werden konnten. — Auch die Sonnenrotation ist mit Hilfe des Spektroskops zu Ende der achtziger Jahre sorgfältig untersucht worden, was namentlich im Hinblick auf die verschiedene Rotationsgeschwindigkeit der in verschiedenen heliographischen Breiten beobachteten Sonnenflecken von hohem Interesse war. Merkwürdiger Weise sind jedoch die beiden Forscher, welche diese Aufgabe lösten, zu entgegengesetzten Resultaten gelangt. Während nämlich Dunér in Übereinstimmung mit den Fleckenbeobachtungen auch für die absorbierenden Gase der Sonnenatmosphäre in höheren Breiten langsamere Rotation als in äquatorialen Gegenden feststellen konnte, deuteten die von Crew in Bezug auf Linienverschiebung untersuchten Linien eine in allen Teilen der Sonnenoberfläche gleichförmige Umdrehung an. Die volle Aufklärung über die Ursache dieser Verschiedenheit beider Ergebnisse mufs der Zukunft vorbehalten bleiben, obwohl schon jetzt angenommen werden kann, dafs die von Crew und Dunér benutzten Linien jedenfalls Gasen angehören, die in verschiedenen Niveaus der Sonnenatmosphäre schweben und infolgedessen auch verschiedene Rotationsgesetze befolgen.

Ganz neuerdings sind noch besonders scharfe Geschwindigkeitsmessungen an Fixsternen auf der Lick-Sternwarte gelungen, welcher kürzlich durch Mr. D. O. Mills die Mittel zur Konstruktion eines grofsen Spektrographen zur Verfügung gestellt wurden. Das nach den Angaben Campbells erbaute Instrument nimmt zur Zeit wohl die erste Stelle unter allen ähnlichen Apparaten ein, denn es gestattet mittels einer einzigen Aufnahme bereits Bewegungsbestimmungen, deren wahrscheinlicher Fehler weniger als einen Kilometer beträgt. Das Instrument dient jetzt zu einer systematischen Untersuchung der

*) Vgl. Himmel und Erde, IX, S. 125 f.

Sterne bis herab zur 5. Gröfse, und schon sind unter 300 untersuchten Sternen deren 16 mit veränderlicher Geschwindigkeit entdeckt worden, sodafs sich die Zahl der spektrographisch ermittelten Doppelsterne im ganzen bereits auf 28 erhöht hat. Besonders bemerkenswert ist, dafs sich darunter auch der Polarstern befindet, der nach Campbell eine kurze Periode von 3,9 Tagen besitzt, aufserdem aber auch noch eine längere Zeit in Anspruch nehmende, periodische Bewegung erkennen läfst, sodafs man es hier jedenfalls mit einem dreifachen Sternsystem zu thun haben dürfte. Auch Capella gehört zu den auf der Lick-Sternwarte als doppelt erkannten Gestirnen, doch ist die hier alle $3^1/_2$ Monate wiederkehrende Linienverdoppelung so schwer zu erkennen, dafs die früher zu entsprechenden Zeiten in Potsdam gemachten Aufnahmen nur eine merkwürdige, erst jetzt aufgeklärte Verwaschenheit der Linien zeigten.

Bemerkenswert ist endlich, dafs sich unter den neu gefundenen Doppelsternen auch ein solcher (η Pegasi) befindet, bei dem die Periode volle $2^1/_4$ Jahre beträgt, sowie dafs sie bei mehreren anderen sich immerhin auf mehrere Monate beläuft. Dadurch ist die Kluft, welche bisher die spektroskopisch entdeckten Doppelsterne von den durch das Auge als doppelt erkennbaren Objekten trennte, überbrückt.

Wie aus dem Vorhergehenden erhellt, ist die Zahl der auf Grund des Dopplerschen Prinzips gemachten Entdeckungen bereits eine recht stattliche. Noch raschere Fortschritte auf diesem Gebiete verspricht indessen die nächste Zukunft. Denn seit kurzem arbeiten auf dem gleichen Gebiete mit gutem Erfolge auch Newall in Cambridge (England), Lord auf dem Mc. Millan-Observatory in Ohio, Deslandres im Meudon mit einem neuen, besonders grofsen Spektrographen, Gill in Kapstadt und die Astronomen der Yerkes-Sternwarte in Williams Bay. Vor allem aber hat auch der für den grofsen Potsdamer Refraktor nach Vogels Plänen unter sehr erfolgreicher Beihilfe des Dr. Hartmann gebaute Spektrograph seine Feuerprobe bestanden und sich als ein Instrument bewiesen, das zur Zeit an Präzision und Zweckmäfsigkeit der Ausführung sicherlich unübertroffen dasteht. Wir dürfen daher die Zuversicht hegen, dafs das grofse Arbeitsfeld, das durch die Forschungen der letzten Dezennien erst erschlossen wurde und sobald nicht wird abgebaut werden können, von den verschiedensten Seiten aus mit Energie und planmäfsig in Angriff genommen bleiben wird, und dafs unsere Kenntnisse vom Fixsternsystem dadurch binnen kurzem zu einer früher ganz ungeahnten Abrundung gelangen werden.

Zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität haben die Herren Elster und Geitel im 12. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig einen wertvollen Beitrag geliefert. Mit Hilfe eines für ihre Untersuchungen besonders konstruierten Elektroskopes mafsen sie die Zerstreuung eines elektrisch geladenen Körpers und fanden einen erheblichen Unterschied in klarer und nebliger Luft. Im Tieflande war das Verhältnis der äufsersten gemessenen Werte etwa 1 : 10, und zwar entladet klare Luft schneller als neblige, ebenso Gebirgsluft stärker als die des Tieflandes. Für positive und negative Ladungen ergab sich im Tieflande kein Unterschied, während im Gebirge negativ geladene Körper schneller entladen wurden als positiv geladene. Zur Erklärung dieser Beobachtungen gehen die Verfasser von der Annahme aus, dafs die Luft stets in gewissem Mafse ionisiert ist. Ein positiv geladener Körper zieht die negativen Ionen an und wird durch sie entladen, und umgekehrt. Wenn nun Nebel, Staub etc. die Ionenbewegung hindern, so geht die Zerstreuung der Elektrizität aus geladenen Leitern langsamer vor sich als bei klarer Luft. Da ferner nach Versuchen von J. J. Thomson u. a. die Wanderungsgeschwindigkeit der negativen Ionen in Gasen gröfser ist als die der positiven (ca. 5 : 4), so mufs ein von ionisierter Luft umgebener Leiter sich von selbst, d. h. durch Berührung mit den in gröfserer Anzahl ihn treffenden negativen Ionen negativ laden, bis die Wirkung seiner Ladung die gröfsere Geschwindigkeit der negativen Luftionen herabsetzt. Daher mufs sich auch der Erdkörper negativ laden. Bildet sich nun dicht über dem Erdboden Nebel, so bleiben in ihm die abwärts wandernden positiven Ionen stecken und laden den Nebel positiv, und zwar mufs deren Ladung von oben nach unten wachsen. Liegt zwischen der Wolke und dem Erdboden eine freie Luftschicht, so wandern die negativen Ionen in ihr aufwärts, die positiven abwärts, und die Unterseite der Wolke kann negativ geladen sein, während die Oberseite positiv ist. So können positiv und negativ geladene Wolken und Niederschläge entstehen. A. S.





Bermbach, Dr. W.: Die wichtigsten Grundbegriffe der Elektrochemie und ihre Verwertung bei den neueren Theorien der galvanischen Elemente und Akkumulatoren. Nach einem Vortrage. Leipzig, Otto Wigand, 1900. M. 1,00.

Der Verfasser giebt einen Vortrag wieder, den er in der Elektrotechnischen Gesellschaft in Köln gehalten hat. Die fundamentalen Begriffe der osmotischen Drucke, der Diffusion, Lösungstension, elektrolytischen Dissociation, der freien Ionen werden besprochen, die Stromleitung in Elektrolyten, das Faradaysche Gesetz erörtert, endlich die Nernstsche Theorie der Stromerzeugung in galvanischen Elementen und die Theorie des Akkumulators behandelt. Das Büchelchen giebt auf seinen 42 Seiten dem Leser eine gute Einführung in die Grundbegriffe der Elektrochemie und kann wohl vorbereiten auf das Studium gröfserer Werke, z. B. des Werkes von Lüpke. A. S.

Köppen, Prof. Dr. W.: Klimalehre. Mit 7 Tafeln u. 2 Figuren. Leipzig, Göschen, 1899. Geb. 0,80 M.

In No. 114 der Göschenschen Sammlung giebt der Verfasser einen Abrifs der Klimalehre, in der auf 122 Seiten des bekannten Formats nach einer allgemein unterrichtenden Einführung besonders die Sonnenstrahlung, der Wind und das Wasser in der Atmosphäre besprochen werden. Je mehr in unserer Zeit das Interesse für Meteorologie sich verbreitet, je mehr Anlafs wir haben, uns mit dem Klima fremder Zonen, in Afrika und Asien, zu beschäftigen, um so mehr Freunde wird das vorliegende treffliche Buch sich erwerben.

Beiträge zur Erforschung der Atmosphäre mittelst des Luftballons. Unter Mitwirkung von A. Berson, H. Gross, V. Kremser und R. Süring, herausgegeben von Richard Assmann. Berlin, Mayer u. Müller, 1900. M. 4,00.

Im Verlage von Vieweg in Braunschweig ist vor kurzem ein grofses Werk erschienen: Wissenschaftliche Luftfahrten, das in gröfstem Stile die Resultate von 75 zu wissenschaftlichen Zwecken unternommenen Luftfahrten mitteilt. Zum Teil sind diese Ergebnisse früher in der Zeitschrift für Luftschiffahrt, dem Organ des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt, beschrieben worden. Das hier vorliegende Buch schildert in der Hauptsache 4 von diesen Fahrten und giebt weiten Kreisen die Möglichkeit, sich über diese Fahrten zu unterrichten.

Eine kurze Einleitung erzählt, wie vor ca. 10 Jahren der Plan entstand, solche Fahrten zu wissenschaftlichen Zwecken zu unternehmen und wie der deutsche Verein zur Förderung der Luftschiffahrt von vielen Männern dabei in der thatkräftigsten Weise unterstützt worden ist. Den Physiker am meisten

interessieren dürfte das folgende Kapitel: Die Erfordernisse einer Ballonfahrt zu wissenschaftlichen Zwecken, von Richard Assmann. Der Verfasser zeigt hier eingehend, welche Fehler früher bei Ballonfahrten in der Aufstellung von Instrumenten gemacht worden sind, und wie man sie bei den jetzt beschriebenen vermieden hat. Von gleichem physikalischen Interesse sind die Besprechungen der wissenschaftlichen Ergebnisse der Fahrten vom 31. Januar 1891 (Ballon M. W.), 1. März 95 (Humboldt), 14. März 95 (Humboldt) und 1. Juli 94 (Phönix).

Jeden Leser aber, mag er physikalisch interessiert sein oder nicht, müssen die Schilderungen der Fahrten fesseln, die die Herren Grofs und Berson geliefert haben; besonders die der zweiten Fahrt des Humboldt am 14. März 93, wo das bei der Auffahrt durchnäfste und nachher beim Trocknen sich streckende Netzwerk die Ventilleine zog, so dafs in über 2500 m Höhe plötzlich der Ballon sich rapide zu entleeren begann, ohne dass er doch zum Fallschirm werden konnte, weil der Füllansatz festgebunden war. Dennoch blieben beide Luftschiffer bei diesem Sturz am Leben, ja sie waren nach kurzer Ruhe im stande, die Rückreise nach Berlin (von Rogasen) auszuführen.

Möge das Werk recht viele Freunde finden und auch für die wissenschaftlichen Luftfahrten erwerben. A. S.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Sicilianische Skizzen.

Von **Dr. Alexander Rumpelt** in Taormina-Sicilien.

V. Eine Teufelsaustreibung.

Einer der wenigen schwarzen Heiligen der katholischen Kirche ist San Filippo Siriaco, der wunderthätige Helfer in allen Geisteskrankheiten. Nur wenige Städte auf dem Erdenrund mögen gefunden werden, die gerade diesen Heiligen als Schutzpatron verehren. Zu ihnen zählt der Marktflecken Calatabiano, an einem alten Lavastrom des Ätna, eine halbe Stunde vom Meer malerisch gelegen.

Im Anfang der regenlosen Zeit, wenn das Heu bereits eingebracht ist und das Getreide in reifen Ähren wogend auf seinem dürren Grunde schon nach dem Schnitt zu verlangen scheint, wenn die indischen Feigen auf den tonnenähnlichen Fruchtgebilden ihre prachtvollen gelben Blumen dem Lichte öffnen und die sonst so düstern Ölbäume durch das Ansetzen von jungen Blättern und tausenden feiner, weisser Blüten auf kurze Zeit ein fröhlicheres Ansehen gewinnen, dann rüsten sich die Leute von Calatabiano, ihren Heiligen würdig zu feiern. Aber nicht sie allein. Wer im Umkreis von fünf Meilen vom Teufel besessen ist, wird dahin gebracht, um an dem Tag des grofsen Heiligen (dem dritten Sonntag im Mai) von seinem Leiden geheilt zu werden.

Natürlich waren auch wir begierig, den Hergang einer solchen Teufelsbeschwörung kennen zu lernen, und so scheuten wir den etwa zwei Stunden langen, sonnigen Weg von Taormina nach Calatabiano nicht. Unsere kleine Magd Angiolina, der Typus eines sicilianischen Landmädchens, braun, stämmig, trotz ihrer Armut von Gesundheit strotzend, begleitete uns. Sie hatte dabei ein besonderes Interesse, da

auch eine ihrer Cousinen Jaidda heute vom Teufel befreit werden sollte. Die Cousine hatte vor drei Wochen beim Kräutersuchen einen bösen Fall gethan und war seitdem im Kopfe nicht ganz richtig. Alle Sicilianer sind Phantasten. So nahm auch jene Thatsache in dem abergläubischen Gehirn Angiolinas ein anderes Bild an. I spiddi (= spiriti), die bösen Geister, hätten Jaidda plötzlich an den Haaren gepackt, sie einen Abhang hinuntergestürzt und wären von dem Tag an nicht wieder von ihr gewichen. „Es sind ja schlimme Leute, (brutta gente) die von Calatabiano; aber ihr Heiliger, der ist gut und stark, der hilft unfehlbar wider den Teufel".

In der That, es ist eine böse Rasse, die dort haust, und die Taorminesen wollen für gewöhnlich mit solchen Nachbarn nichts zu thun haben. Das Messer spielt eine grofse Rolle unter diesen noch halbwilden Abkömmlingen der Sarazenen, an die noch heute nicht nur der Name des Orts (Cala = arabisch: Felsen, Feste), sondern auch der des Flusses Alcántara erinnert, der seine schmutzigen Gebirgswässer an den Mauern von Calatabiano vorbeiwälzt. Eine böse Rasse. Die Leute konnten sich so wenig mit der neuen Regierung der „Italia una" befreunden, die an Stelle des bourbonischen „laisser aller" ein strammes Regiment auch in Sicilien einführte, dafs sie sich mehr oder weniger an jedem Aufstand der Insel beteiligten. Besonders im Jahre 1879. Da stürmten sie das Rathaus und warfen sämtliche Akten aus den Fenstern auf die Strafse, wo dann unter dem Jubel der Bevölkerung die verhafsten Hypothekenbücher und Steuerregister verbrannt wurden. Noch charakteristischer offenbarte sich ihre Gesinnungsart im Frühjahr 1898 beim Scheitern des Kieler Dampfers „Emil", der mit 1700 Tonnen Mais von Odessa kam, und dessen unglücklicher Kapitän in der dunklen Schirokkonacht die Thalsenkung zwischen Ätna und dem Taurosgebirge für die Meerenge von Messina hielt. Er klagte uns, als wir ihn auf seinem im Sande festsitzenden Schiff besuchten, dafs die Strandbewohner in Scharen auf das Deck gekommen und alles, auch in den Kajüten, ausgeraubt, dafs sie sich nicht einmal vor seinem Revolver gefürchtet und sich erst zurückgezogen hätten, als eine Kompagnie Soldaten aus Catania anrückte und einen Kordon um den armen „Emil" zog, der dann nach zehntägigem verzweifelten Kampf mit dem Schirokko besiegt in die Tiefe sank . . .

Wahrlich, es entbehrt nicht der Komik, dafs diese noch zum Teil auf dem Standpunkt der Fidschi-Insulaner stehenden Leutchen einen Schwarzen und dazu gar den Beschützer der Wahnsinnigen zum Heiligen haben . . .

Wir gingen sogleich in die Kirche. Innen in der Nähe der Thür umdrängte eine vielhundertköpfige Menge einen jungen Mann mit ziemlich blödem Gesichtsausdruck. Seine Kleidungsstücke lagen am Boden, er stand im Hemde da. „Das Hemd herunter!“ „Rufe mit uns: Evviva San Filippo!“ „Küsse das Bild!“ Das Bild des Heiligen wurde ihm hingehalten. Er küfste es. Dann stammelte er: „Evviva San Filippo!“ „Per veru core!“ (Aus vollem Herzen!) Lauter wiederholte er: „Evviva San Filippo!“

Die ganze Menge kreischte es mit. „Er hat's gerufen. Nun das Hemd herunter!“ Es wurde ihm widerstandslos vom Leibe gerissen, und eine Zeit lang stand er einfältig und furchtsam um sich blickend, splitterfasernackt unter den hunderten von Zuschauern beiderlei Geschlechts, bis der Priester, der die heilige Handlung leitete, befahl, ihm ein bereitgehaltenes Betttuch umzuwerfen. Damit rannte der Wahnsinnige, von zwei Männern geführt, mitten durch die Kirche zur Sakristei, wo, wie ich hörte, ihm neue Sachen angezogen werden sollten.

Nun drängte die Menge vor und staute sich um einen mannshohen, goldenen Baldachin, der, auf starken Stützbalken ruhend, das Getümmel weithin überragte. Es war derselbe Thronhimmel, worin der Heilige bei der Prozession durch die Stadt getragen wird. Der Heilige selbst mit seinem schwarzen Bronzegesicht, über dem der breite Heiligenschein von durchbrochenem Silber erglänzte, thronte, in seidene Gewänder gehüllt, in der Rechten einen grofsen Rosenstraufs, noch über dem Altare. In seinem Baldachin aber safsen und standen mehrere weibliche Personen, die „Besessenen“, die noch nicht befreit waren. Von einer Alten, die stumpfsinnig dreinglotzte und um die sich niemand kümmerte, fiel mein Blick auf ein etwa vierzehnjähriges Mädchen, das mit ihren klaren Augen keineswegs den Eindruck geistiger Beschränkung machte.

Zwei Männer standen neben ihr und schüttelten sie am Arm, zeigten auf die Statue am Hauptaltar und hielten ihr ein Bild des Heiligen hin, wie es, für einen Soldo das Stück, unweit der Kanzel an einem grofsen Tisch verkauft wurde. Die Kleine sah geduldig nach dem Schwarzen hinüber, und ebenso geduldig küfste sie den ärmlichen Stich, wohl zwanzig Mal. Aber alles Zureden, den Heiligen anzurufen, war erfolglos und mufste es bleiben; denn das Mädchen war — taubstumm! Zuletzt hatte sie die Quälerei satt, sie brach in ein grelles Schreien aus, das alsbald in leises Weinen überging. Die beiden Teufelsaustreiber wandten sich achselzuckend von ihr ab und begannen

eine andere zu bearbeiten, die auch mit in dem geräumigen Tabernakel safs und jetzt aufstand — eine ganz eigenartige Erscheinung!

Sie war in ein braunes, härenes Gewand gekleidet, das schwarze Haar trug sie gelöst. Sehr hübsch war sie mit ihrem bräunlichen Teint, den feingeschnittenen Lippen, den mandelförmigen Augen und der edel gebogenen Nase. Ganz arabischer Typus. Aber dazu dieser schwärmerische, überlegene Blick, dieses verklärte, glückselige Lächeln, das so garnicht zur Situation pafste, dabei eine schlaffe, gleichgültige Ruhe in Haltung und Bewegung. Das alles verriet auch dem Laien die schwere innere Erkrankung. Sie lebte offenbar in einer anderen Welt. Nur ihr schöner, jugendlich kräftiger Leib stand über allem Volk zwischen den vier goldenen Säulen, ihre Seele war ganz wo anders.

„Evviva San Filippo“ riefen die beiden Männer, die sie durchaus nicht roh, aber doch sehr energisch an den Armen schüttelten, wobei ihr die langen Flechten über die Brust fielen und so das Bild einer unbeschreiblichen holden Verwirrung vervollständigten. Sie lächelte nur.

„Küsse den Heiligen! Zum Donnerwetter, wirst Du ihn küssen!“ Und sie stopften ihr das Blatt Papier mit dem Konterfei San Filippos förmlich in den Mund. Sie bog den Kopf zurück, und jetzt lachte sie gerade heraus, nicht spöttisch, nicht wild, sondern so ganz harmlos, wie über einen dummen Witz. Dann begann sie halbflüsternd mit einem verzückten Aufschlag ihrer wunderbaren Augen wie selbstvergessen zu erzählen in abgebrochenen Sätzen: „Er kommt. Ja! Er kommt. In drei Wochen ist die Hochzeit. Ich will nur noch meine Aussteuer fertig nähen, die Wäsche. Die Kleider sind schon fertig. Oh in drei Wochen! Aber was wollt Ihr nur von mir? Ich bin doch schon im Paradies. Seht Ihr nicht? Ich bin ein Engel des Paradieses“.

Man erzählte uns, dafs die Kranke aus Zafferano, etwa sechs Wegstunden weit, hierher gebracht worden war, bereits zum dritten Mal! Ihr Vater war ein wohlhabender Gutsbesitzer und hatte seine Einwilligung zur Verbindung seiner Tochter mit einem Gemüseverkäufer nicht geben wollen, in den sie sich verliebt hatte. Also eine Art Ophelia, ins Sarazenische übersetzt....

Es entstand ein Gedränge. Ein Priester kam in vollem Ornat mit einer kostbaren, rotseidenen Binde, gefolgt vom Küster mit dem Weihwedel. Er winkte nach dem Baldachin hinauf, um den Exorcismus nach den Regeln zu beginnen, die die Kirche vorschreibt.

Die Taubstumme wurde herangeführt und kniete an den Stufen des nahen Altares nieder, vor dem der Priester stand. Dieser breitete die Binde — es war die Binde des Heiligen selbst, die man eben von seinen Schultern abgenommen — über den Kopf des Mädchens und legte seine Hand auf ihre Stirn, sprach ihr einige tröstende Worte zu und murmelte dann ausdruckslos, den Blick ins Leere gerichtet, unverständliche Formeln. Dann nahm er die Binde weg, besprengte ihr fünfmal mit dem Weihwedel, den ihm der Küster reichte, das Haupt, legte wieder die Binde auf und betete wieder. Zuweilen unterbrach er sich, wenn die Umstehenden zu sehr drängten: „Per Bacco, macht Platz, sonst kann ich den Teufel nicht austreiben!" Dann, da Gesten bei den Südländern stets eindringlicher wirken als Worte, wedelte er mit der freien Linken um sich herum, wie wenn er Fliegen verscheuchen wollte, und die Neugierigen wichen in der That ein wenig zurück.

Ich konnte das Ende der Ceremonie nicht verfolgen; denn ein junges, üppiges Weib, das den einen der langen Tragbalken des Baldachins erstiegen hatte, begann auf einmal mit lauter Stimme, unter theatralischen Gesten die Menge anzureden und zog aller Aufmerksamkeit auf sich: „Fu liberata io. Guardat' a mia, fu liberata. Presto un' immagine du Santu, ma presto!" (Ich wurde befreit. Seht mich an! Ich wurde befreit. Schnell ein Bild des Heiligen, schnell!)

Ein Mann lief zu dem Tisch, wo die Heiligenbilder verkauft wurden, brachte eines und reichte es ihr hinauf. Sie küfste es leidenschaftlich viele Male, dann hielt sie es hoch empor und rief triumphierend: „Evviva San Fulippu".

„Evviva San Fulippu!" heulte die Menge in ihrem sicilianischen Dialekt.

„Das ist meine Cousine", sagte Angiolina zu mir. „Wie 's scheint, hat sie der Heilige gesegnet".

„O San Fulippu beddu (= bello), liberatermi e scarceratemi!" (O lieber, heiliger Philipp, befreit mich und enthaftet mich). Und so deklamierte sie noch eine ganze Weile, bis es dem in der Nähe exorcierenden Priester doch zu toll wurde. Denn diese Reden hielt die „Cousine" nicht nur mitten in seine eigene Amtsverrichtung hinein, sondern auch, während am Hochaltar eine stille Messe (die dritte der sechs an diesem Tag zu celebrierenden Messen) gehalten wurde. Er winkte ihr, herabzusteigen, was sie that, und exorcierte die Tobende noch einmal. Dann bahnte er sich schweifstriefend den Weg durch das Gedränge, indem er den ihn fragend Anblickenden erklärte:

„Der Teufel ist heraus. Er mufs heraus sein. Wenn jetzt noch nicht alles in Ordnung ist, so kann nur eine malattia (Krankheit) dran Schuld sein. . . .“

Mancherlei ist bei dieser ganzen Kur zu beobachten. Die Kranken dürfen nicht von Angehörigen und Freunden, sondern müssen von entfernter Stehenden nach Calatabiano geführt und wieder zurückgebracht werden. Letzteres darf nicht auf derselben Strafse, sondern mufs auf grofsen Umwegen geschehen, damit sie den „spiddi“, die etwa den Heimkehrenden auflauern, nicht in die Hände laufen. Sowie die Besessenen das Bild des Heiligen geküfst und ihn haben hochleben lassen, versteht sich „per veru core“, und der Messe beigewohnt haben, müssen sie sich ihrer mitgebrachten Kleider, Schuhe u. s. w. entledigen und neue Gewänder anlegen, die für sie in der Sakristei bereitgehalten werden. Jene werden verbrannt, vergraben oder sonstwie vernichtet, und auch der ärmste Bettler würde sie nicht geschenkt nehmen, da sich jedermann überzeugt hält, dafs der ausgetriebene Teufel in sie gefahren ist.

Das Wechseln der Kleider verursacht natürlich stets die meisten Schwierigkeiten namentlich bei Frauen, obgleich es bei diesen in der Sakristei vorgenommen wird und aufser den Priestern und dem Küster keine Männer zugegen sein dürfen. Meine Frau, die sich die Gelegenheit nicht entgehen lassen wollte, auch diese Ceremonie mitanzusehen, berichtete mir darüber, nicht ohne lebhafte Entrüstung:

Auf die Heilung einer Alten, derselben, die im Baldachin mitgesessen hatte und am Veitstanz litt, hatten die Priester bald verzichtet, nachdem jeder Versuch, sie zum Ablegen ihrer ärmlichen Lumpen zu vermögen, vergeblich gewesen. Sie war wohl schon zehn mal umsonst zum hl. Philippsfest gewallfahrtet. Hingegen brachten zwei Weiber eine andere Schwachsinnige von etwa achtzehn Jahren durch Zusprechen, Schütteln, Reifsen am Ärmel und derbe Püffe dazu, sich bis auf Hemd und Unterrock zu entkleiden. Nun wieder Auflegen der heiligen Binde, Gebetmurmeln und Besprengen mit Weihwasser. Dann sollte sie sich ganz ausziehen. Da sie sich hierzu durchaus nicht verstehen wollte, wurde sie in den Hintergrund der Sakristei, eine Art Alkoven, geführt, von zwei Frauen ein grofses Betttuch davorgehalten, und bald verkündete die eine triumphierend, dafs jene auch den Unterrock abgelegt habe. Das Hemd that sie aber doch nicht ab, und so half die ganze Sache nichts. Mit ihren alten Kleidern zog sie auch sämtliche alten bösen Geister wieder an.

Da mittlerweile die hohe Messe mit einem Walzer der Stadt-

musikkapelle begann, verliefsen wir die Kirche, nicht ohne zuvor unserer Angiolina ein Bild des Heiligen zum Andenken zu kaufen. Freudestrahlend küfste sie es und trug es mit ihrem Tüchlein den ganzen Tag wie einen kostbaren Schatz herum. Sie erklärte, dafs sie das Bild sich auf die Brust unters Mieder legen und dadurch vor den spiddi gefeit sein würde.

„Die bösen Geister", erzählte sie uns auf Befragen mit voller Überzeugung, „sind die Seelen von Verstorbenen, die ruhelos umherschweifen. Man mufs sich sehr vor ihnen in acht nehmen. Sie fallen an, wer ihnen in den Weg kommt. Namentlich wenn starker Wind geht, werden sie lebendig. Dann hört man sie schreien (das Wehen des Windes)! In meine Cousine sind zwanzig Geister auf einmal gefahren, und der schlimmste ist der einer alten bösen Frau, die vom lieben Gott für ihre Sünden 125 Jahre castigo (Gefängnis) erhalten hat. Solange sollte sie mit dem Gesicht auf der Erde liegen. Das hat ihr aber nicht gefallen. Sie wollte lieber in der Luft herumfliegen. Gut, hat der Herrgott gesagt, du kannst in der Luft herumfliegen. So fliegt sie nun umher, und da hat sie gerade die arme Jaidda erwischt!"

Ich führe diesen wie ein Volksmärchen anmutenden Bericht unserer kleinen, sehr aufgeweckten Sicilianerin hier besonders an, da er für die phantastische Auffassung dieser Naturkinder äufserst charakteristisch ist. Diese festgewurzelte Überzeugung teilen wenigstens 90 Prozent des Volkes! Zugleich sind aber auch hier uralte Überlieferungen aus der Saracenenzeit nicht zu verkennen. Die Muhammedaner glauben bekanntlich auch an böse Geister (Dschinn und Isrit), gestürzte Engel, die überall umgehen und jederzeit den Menschen anfallen können.

Würde man an den Wunderkräften ihres Heiligen nur den geringsten Zweifel äufsern, die Leute von Calatabiano wären im stande, einen solchen Spötter auf der Stelle zu steinigen. Sie zählen auf Verlangen Dutzende von Fällen her, wo San Filippo thatsächlich geholfen habe. Aber Scherz beiseite, wie steht es, ganz objektiv betrachtet, mit den Erfolgen, die die Priester am Sankt Philippsfest alljährlich mit ihrem Exorcismus erzielen mögen?

Natürlich werden schwere geistige Erkrankungen, Paralyse, Epilepsie, Dementia etc. in Calatabiano nie und nimmer geheilt werden können. Aber das halte ich durchaus nicht für ausgeschlossen, dafs auf gewisse, von fixen Ideen behaftete Personen diese ganz feierliche Prozedur, die der wie ein Gott von den armen Geschöpfen verehrte

Priester an ihnen vornimmt, einen gewaltigen und nicht selten einen günstigen Einflufs hat, dafs in leichteren Fällen von Melancholie, Nervenüberreizung u. s. w. namentlich durch die Suggestion der besonderen Hilfe des gegenwärtigen Heiligen, die Krankheit gemildert, wenn nicht gar gehoben werden kann. Denkbar ist es auf jeden Fall, insbesondere bei hysterischen Affektionen und neurasthenischen Zwangsvorstellungen, dafs der Glaube an die Wunderwirkung die Aufmerksamkeit von dem leidenden Zustand derart abzieht, dafs die Hemmung im Nervenkreislauf aufhört.

An die Stelle der falschen eigenen Suggestion wird dann die fremde heilende gesetzt. Haben doch moderne Nervenärzte, wie die Schule von Nancy, Autoritäten wie Forel, Krafft-Ebing und v. Schrenck-Notzing bei verschiedenen Nervenleiden mit Erfolg die Hypnose angewendet, die sich ja auch des Handauflegens und der Suggestion bedient.

Wir wollen nicht spotten. Wenn der Glaube jeder Religion im letzten Grunde nichts anderes ist, als eine durch beständige Suggestion eingeimpfte Überzeugung von Dingen, die auf gewöhnlichem Wege in das Hirn normaler Menschen keinen Eingang finden würden — credo quia absurdum —: was lag für die Priester aller Zeiten näher, als sich dieses gewaltigen Mittels, das ihnen die Herrschaft über die Geister willenlos überlieferte, nicht nur im allgemeinen zu bedienen, sondern auch in dem besonderen Falle, wo die Seele erkrankt ist? So sehen wir in der That schon in der alten jüdischen Religion (bei den Essenern), dann im jungen Christentum das Handauflegen und Besprechen geübt als Heilfaktoren wider Krämpfe, Trübsinn und Tobsucht. Und wir? Haben wir nicht vor einigen Jahren erst im Herzen von Deutschland einen regelrechten Exorcismus erlebt!*) Nein, wir wollen nicht spotten! —

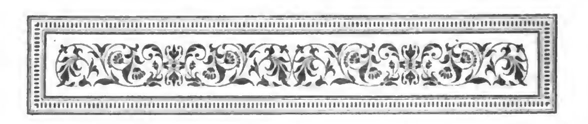
Draufsen vor der Kirche umtoste uns der hundertstimmige Lärm des Jahrmarkts, der am Tage des Heiligen im Ort gehalten zu werden pflegt, die Anpreisungen der Verkäufer, das Feilschen der Käufer, das Gellen von Kindertrompeten, Tambourinschlagen und Eselgeschrei. Dazwischen schmetterte eine zweite umziehende Musikkapelle einen Marsch. Wir entrannen diesen ohrzerfleischenden Geräuschen und bestiegen einen nahen Hügel, der die umfangreichen Trümmer einer alten Normannenfeste trägt. Nachdem wir unsere Augen geweidet

*) 1897 exorcierte der Kapuzinerpater Aurelian aus dem Kloster Lohr am Main in Ellwangen ein Kind, dem eine Frau verhexte Hutzeln (getrocknete Birnen) zu essen gegeben hatte.

hatten an dem Ausblick auf das nahe Meer und die weite, reiche Ebene von Naxos mit dem Alcántara, auf den noch tief herab mit Schnee bedeckten Ätna und die gleichsam im Profil sich aufbauenden Berge von Taormina, thaten wir uns in der schrecklich engen, schmutzigen Osteria an einer Hammelkeule gütlich, die aus dem Backofen im Hintergrunde geholt wurde, und beschlossen, die Prozession am späten Abend nicht erst abzuwarten.

Ehe wir autbrachen, wollten wir doch zuvor noch für einen Augenblick in die Kirche treten, um den schwarzen Wunderthäter in seiner ganzen Pracht noch einmal anzustaunen. Die Kirche war fast leer. Nur im linken Querschiff stand ein Haufen Volks um einen Priester. Dieser machte einen letzten Beschwörungsversuch an unserer armen Ophelia. Aber statt den Heiligen anzurufen, erzählte die wieder mit verzücktem Lächeln von ihrem Liebsten, von ihrer bevorstehenden Hochzeit und liefs alles, was man mit ihr anstellte, gleichgültig über sich ergehen. „Evviva Fulippu hat sie einmal gesagt“, raunte mir einer der Umstehenden zu. „Aber das genügt nicht. Sie mufs: Evviva San Fulippu sagen“. Sie lag jetzt auf den Knieen, das Haupt gesenkt, die Hände gefaltet. So bot sie in ihrer braunen Kutte und dem gelösten Haar das Idealbild einer frommen Büfserin aus dem Mittelalter, würdig, vom Pinsel eines Ribera oder Murillo verewigt zu werden. Ein unbeschreiblicher, unvergefslicher Eindruck . . . .





Himmelskunde und Weissagung.

Von Prof. **Wilhelm Foerster** in Berlin.

(Schlufs.)

Ganz im Anfange der historisch-statistischen Untersuchungen der Astronomen über die Art des Parallelismus zwischen den jeweiligen Konstellationen und dem Gange der Ereignisse in der Menschenwelt konnte dieser ganze Forschungsprozefs noch völlig unbefangen verlaufen. Die Fragestellung war einfach die folgende: Entspricht der Wiederkehr einer bestimmten Konstellation in einer weit überwiegenden Anzahl von Fällen auch die Wiederkehr einer ganz bestimmten Gruppe oder Art von Vorgängen in dem Leben der einzelnen Menschen und der Völker; giebt es wirklich ebensowohl unheilverkündende oder gar unheilherbeiführende als auch glückverheifsende oder gar glückherbeiführende Konstellationen? Weitere Fragen konnten dahin gerichtet werden, ob die himmlischen Ansagen oder Einflüsse sich im Leben der einzelnen in verschiedenem Grade oder in verschiedenem Sinne als wirksam erwiesen, je nach der Beschaffenheit der Konstellationen, welche zur Geburtszeit des in Frage stehenden einzelnen stattgefunden hatten, und ob auch in den Beziehungen zwischen der Geburts-Konstellation und den späteren Einflüssen beliebiger anderer Konstellationen sich in einer überwiegenden Anzahl von Fällen feste und gesetzmäfsige Zusammenhänge erkennen liefsen.

Wenn diese ersten Stufen des astrologischen Forschungsprozesses wirklich in voller Unbefangenheit und Gewissenhaftigkeit, ohne willkürliche Weglassungen und Zusätze und mit Benutzung eines möglichst grofsen lebensgeschichtlichen und völkergeschichtlichen Materials durchgeführt wurden, dann konnten sie, wie wir aus allen gegenwärtigen soliden Wahrnehmungs-Ergebnissen schliefsen dürfen und müssen, nur zu der Folgerung gelangen, dafs keinerlei gesetzmäfsige Beziehungen zwischen den Menschenschicksalen und den himmlischen Konstellationen obwalten, mit anderen Worten, dafs die Gestirne in ihrer jeweiligen Stellung weder eine Verkündigung solcher bestimmter Vorgänge in der Menschenwelt darbieten, welche etwa durch andere Willensmächte

oder Kräfte verursacht wären, noch auch selber Kraftäufserungen aussenden, welche solche Vorgänge auf Erden veranlassen könnten.

Es ist aber den Menschen, bis zu den höchsten Intellekten und den weisesten Gemeinschaften hinauf, von jeher sehr schwer geworden und wird ihnen auch jetzt noch sehr schwer, bei der Erforschung von solchen Zusammenhängen, die für die tiefsten Gefühle und Überzeugungen bedeutsam sind, durchaus unbefangene Kritik und strenge Genauigkeitszucht des Urteils walten zu lassen. Es brauchten in dem für jene Forschung vorliegenden biographischen und historischen Material nur einige zufällige Gruppenbildungen von auffallendem Zusammentreffen der fraglichen Art hervorzutreten, um sofort eine Anzahl von Intellekten für die Annahme gesetzmäfsiger Zusammenhänge auf diesem Gebiete zu erwärmen. Sie unterlagen hierbei nur der im Eingange dieser meiner Darlegungen erörterten fundamentalen Neigung des menschlichen Vorstellungslebens. Alle anderen Fälle, in denen die Zusammenhänge nur undeutlich waren oder in denen sie gar entgegengesetzt zu jenen dem ersten Blick auffallenden Gruppierungen verlaufen waren, erschienen dann dem Urteil als relativ unerheblich oder als Ausnahmen, für die sich sehr leicht beliebige Erklärungen mancher Art beibringen liefsen.

Als man nun aber auf der Grundlage jener ersten anscheinenden Bestätigungen von Beziehungen zwischen dem Schicksal und den Gestirnen (Stern oder Unstern) angefangen hatte, astrologische Schicksalsprophezeiungen zu wagen, da wurde die Lage sofort noch viel ungünstiger für die Ergründung des wahren Sachverhalts. Denn von nun an (wie ich auch schon im Eingange dieser Betrachtungen allgemein angedeutet habe) waren grofse Menschengruppen, und zwar die einflufsreichsten, an der Erfüllung der Voraussagungen innerlich und immer mehr auch äufserlich interessiert. Aber auch in den Gemütern der einzelnen oder der Gemeinschaften, für die jene Voraussagungen gegeben wurden, wirkte nun die stille Macht der Hoffnung oder der Befürchtung in der Richtung der Erfüllung mit. Die vorsichtige und mehrdeutige Fassung vieler solcher Weissagungen kam überdies hinzu, um in vielen Fällen eine der Autorität der Propheten günstige Deutung des wirklichen Geschehens zu ermöglichen.

So mufste denn fast mit Notwendigkeit der Eindruck entstehen, dafs der Einflufs der Gestirne und ihrer Konstellationen auf alles Geschehen in der Erdenwelt von hoher Bedeutung, oftmals sogar der entscheidende sei, und dafs daher die astronomische Wissenschaft und Kunst der Vorausbestimmung der Konstellationen auch für

das Weissagen künftiger Schicksale eine wesentliche Grundlage bilde. Wie sich hieraus im Laufe der Jahrtausende eine raffinierte und von bewufsten und unbewufsten Unwahrhaftigkeiten strotzende Wahrsagekunst entwickelte, kann man am deutlichsten aus folgender Art des Verfahrens ersehen, welches uns ausdrücklich durch Kepplers Mitteilungen überliefert ist.

Ein vornehmer Herr, der einen Blick in die Zukunft seiner Lebensentwickelung, insoweit sie von der Gunst oder Ungunst der Stellungen der Gestirne bedingt würde, erlangen wollte, der mit kurzem Wort ein „Horoskop" begehrte, wandte sich durch einen Mittelsmann, der ihm das Anonymbleiben (wir werden sogleich sehen zu welchem Zweck) ermöglichte, an einen namhaften Astrologen, indem er lediglich den Zeitpunkt seiner Geburt angab und daraus ein Lebensbild, sowohl für die schon vergangene als für die künftige Lebenszeit, nach dem Stande der Gestirne bei der Geburt und für alle Lebensjahre von der Geburt bis zum Tode zu entwerfen bat.

Die Anonymität hatte den Zweck, die Unbefangenheit des Astrologen zu wahren, damit dieser nicht seine horoskopische Konstruktion der Ereignisse des bereits vergangenen Lebensabschnittes den wirklichen Erlebnissen anpassen könne. Unter der Annahme, dafs der Astrologe von diesen letzteren gar nichts wisse und dieselben auch nicht etwa aus der Geburtszeit oder aus sonstigen Kombinationen erraten gekonnt habe, zu denen ihm unabsichtlich oder in unlauterer Weise der Mittelsmann die Handhaben geboten hätte, also unter der Voraussetzung der vollen Redlichkeit und Unbefangenheit des Astrologen bildete alsdann der Grad der Übereinstimmung, welcher sich zwischen der astrologischen Charakterisierung des bereits vergangenen Lebensabschnittes und den wirklichen Erlebnissen ergab, die Grundlage und das Mafs des Vertrauens, mit welchem nun der Empfänger des Horoskopes die astrologischen Ansagen für die Zukunft betrachtete und berücksichtigen zu müssen glaubte.

Wurde das bereits vergangene Leben in dem, anscheinend ohne Kenntnis desselben, nach astrologischen Gesichtspunkten und „Erfahrungen" entworfenen Lebensbilde wenigstens nach seinem wesentlichen Verlaufe und nach den Zeitpunkten besonders wichtiger und eingreifender Vorgänge einigermafsen zutreffend wiedergegeben, so erschien natürlich der Glaube an den auf die zukünftige Entwickelung desselben Lebens bezüglichen Teil des Horoskopes stark und sicher begründet.

Oftmals aber scheint nun die Verhandlung zwischen dem anfangs

anonymen Interessenten und dem Astrologen weiter gegangen zu sein, und zwar jetzt direkt und offen. Wenn nämlich das bereits vergangene Leben die astrologische Biographie nicht hinreichend bestätigte, so war die Folge davon nicht die Abwendung des Interessenten von dem Glauben an die Gestirne. Nein, dieser Glaube hatte sehr bald schon so tiefe Wurzeln in dem Bewufstsein der Menschheit getrieben, dafs man durch eine solche Enttäuschung nicht davon loskam. Der Astrologe konnte sich ja geirrt haben in der Anwendung der allgemeinen Prinzipien des Horoskopstellens, oder er konnte sich auch verrechnet haben, oder es konnte auch ein Fehler in der Angabe von Tag und Stunde der Geburt vorgekommen sein.

Man konnte nun zunächst direkt dem Astrologen die Frage stellen, ob auch kein Irrtum bei ihm vorgekommen sei, wofür gewisse Differenzen zwischen dem Horoskop und den bereits erlebten Vorgängen Anzeichen böten. Eine Verneinung dieser Frage konnte zu dem Entschlusse führen, noch andere Astrologen mit Anwendung der üblichen Vorsichtsmafsregeln um das Horoskop anzugehen. Ergab sich hierbei Übereinstimmung der Horoskope, so wandte sich der Zweifel zu der Zeitangabe der Geburt, obwohl nachträgliche Untersuchungen hierüber meistens aussichtslos waren. Ein besonders schlauer Astrologe mufs dann einmal auf den mathematisch höchst eleganten Gedanken gekommen sein, den wahren Geburtszeitpunkt aus den Differenzen zwischen den Zeitpunkten gewisser wirklicher Erlebnisse und den für dieselbe Lebensentwickelung aus der von dem Interessenten angegebenen Geburtszeit folgenden Horoskop-Angaben rechnerisch zu erschliefsen. Das erscheint nun als der Gipfelpunkt des Raffinements und der Unwahrhaftigkeit auf der Seite der Astrologen. Und doch ist es zweifellos vorgekommen, ja sogar eine Art von Usance geworden, wie wir deutlich aus Kepplers Mitteilungen über seinen astrologischen Verkehr mit Wallenstein ersehen können. Dafs der Interessent, nachdem das Horoskop nun auf solche Weise durch eine Korrektur des Geburtszeitpunktes seinen bisherigen Erlebnissen einigermafsen angepafst worden war, sich ganz befriedigt fühlte und fortan an die Zukunftsansagen dieses „verbesserten“ Horoskopes glaubte, ist allerdings auch der Gipfel der Leichtgläubigkeit gewesen. Wir werden weiter unten sehen, dafs Wallenstein ein solcher Leichtgläubiger war, obwohl ihm Keppler, für den der Unsinn dieses „Verbesserungsverfahrens“ sonnenklar wurde, aufs kräftigste vor solchem Köhlerglauben an die „Sterne“ warnte.

Es mufs doch angesichts jener Absurditäten deutlich gesagt werden, dafs die Verbindung der Astronomie mit einer solchen, auch von Keppler aufs härteste verurteilten Art des Betriebes der astrologischen Weissagung, durch welche auch der Betrügerei förmlich Vorschub geleistet wurde, schliefslich ein schwerer Vorwurf für die Wissenschaft geworden war.

Noch mehr! Die andauernde Sanktionierung dieser ganzen Art der Wahrsagerei durch die Wissenschaft und der Nimbus, mit welchem sich auf Grund dieser Sanktion selbst die niedrigsten Formen gewinnsüchtigen und unwahrhaftigen Betriebes der Astrologie umgeben konnten, war natürlich eine Hauptstütze aller anderen, den Einflufs dunkler, dämonischer Gewalten auf das Erdenleben voraussetzenden Illusionen, mit denen sich das Menschengeschlecht von der Urzeit an belastet hatte. Der unheilvolle Saturn, der grausame Mars und der lügenhafte Merkur waren doch sehr nahe Verwandte der anderen Personifikationen des Bösen, von denen die Einbildungskraft der Menschen sich berücken liefs. Vornehmer und höher standen ja allerdings die Einwirkungen der Gestirne da. Ihr Einflufs vollzog sich langsamer und gesetzmäfsiger. Sie mischten sich nicht so allgegenwärtig und vielgestaltig in das tägliche Leben ein, wie die anderen Vorspiegelungen von Dämonengewalten. Immerhin aber gab der astrologische Aberglaube für die Volksmenge ein verhängnisvolles Beispiel dadurch, dafs auch eine grofse Zahl der intelligentesten Menschen sich in das Reich klaren Denkens und ernsten Wollens durch den Glauben an Schicksalsmächte hineinpfuschen liefsen, welche in dem unabwendbaren Gange ihrer Einwirkungen, wenn sie auch zur Gottheit in Himmelshöhen anders zu stehen schienen als die zum Teil dem Göttlichen feindlich gedachte Dämonenwelt, dennoch in keiner Weise als Träger weiser und liebevoller Weltlenkung betrachtet werden konnten.

So wurden die Reflexe und Quellen der Weisheit und Liebe in der Menschenseele, denen eine so entscheidende Mitwirkung an der Entwickelung der Schicksale des Erdenlebens zugewiesen ist, vielfach getrübt und nicht selten durch das Gefühl jener fatalistischen Abhängigkeit daran gehindert, ihre mächtigsten idealen Wirkungen im Leben zu entfalten, welche die gröfste Realität auf Erden sind.

Man darf also geradezu behaupten, dafs der von der Wissenschaft zugelassene und vielfach unterstützte astrologische Aberglauben, dessen Macht und Einflufs auch wieder die Entwickelung der Wissenschaft durch das Interesse an ihren Vorausberechnungs-Problemen

förderte, keinesfalls ohne Anteil an den grauenvollen Steigerungen war, welche der Schicksalsaberglaube und das Dämonen- und Teufels-Unwesen gegen Ende des Mittelalters in Europa erfuhr.

Als dann in dem Jahrhundert der Reformation der Teufelsglaube und die Hexenverfolgungen sich zu einer furchtbaren Volkskrankheit entwickelt hatten, suchten, mehr oder minder bewufst, einzelne bedeutende Geister eine Art von Milderung dieses Paroxysmus in einer besonders eifrigen Pflege des Glaubens an die Schicksalsmächte im göttlichen Reiche der Gestirne. Vielleicht trug dies auch zu der Verstärkung des letzteren Glaubens in den Kreisen der Fürsten und Kriegsmänner bei, welcher wir in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, u. a. bei Kaiser Rudolph und bei Wallenstein, begegnen.

Keppler hatte sich schon im Beginne seiner wissenschaftlichen Laufbahn, welche ihm in seiner amtlichen Stellung die Beschäftigung mit dem Kalender sowie mit der Wetter- und Schicksals-Prophezeiung auferlegte, einen besonderen Namen als erfolgreicher Astrologe erworben.

Als Tycho Brahe, der in den skandinavischen Ländern und zuletzt am kaiserlichen Hofe zu Prag der prophetischen Kunst auch mit besonderem Eifer und Erfolge gedient hatte, gestorben war, wurde unserem Keppler die Aufgabe zu teil, als kaiserlicher Mathematikus in der Umgebung von Kaiser Rudolph II. ebenfalls das Organ der himmlischen Schicksalsverkündigungen zu sein.

In dieser Zeit schrieb er an einen ihm befreundeten einflufsreichen Mann in der Umgebung des Kaisers einen lateinischen Brief, von dessen Hauptinhalte ich die folgende Übersetzung mitteilen will, welche sehr deutlich erkennen läfst, wie bereits zwei Seelen in der Brust des Astrologen Keppler wohnten, und wie ablehnend er sich wenigstens zu den Übertreibungen des Glaubens an die Gestirne schon zu verhalten begann.

Zugleich läfst dieser Brief erkennen, welche einflufsreiche Stellung einem namhaften Astronomen und Astrologen damals in den politischen Aktionen eingeräumt wurde:

(Ostern 1611.)

„Ich stehe in des Kaisers Diensten. Von den Böhmen und den Österreichern bin ich nicht abhängig, und von dem Verkehr mit ihnen halte ich mich nach der einen oder anderen Begegnung absichtlich fern. An Dich, der Du ein Kaiserlicher bist, schreibe ich um so freimütiger, weil nicht nur Dein Ruf, sondern meine Augen und Ohren zu Deinen Gunsten sprechen.

Unter anderem habe ich bei der gestrigen Unterredung mit [illegible] Worten gesagt, dafs die Astrologie den Monarchen un[illegible] Schaden bringe, wenn irgend ein astrologischer Zauberer mit der Leichtgläubigkeit der Menschen spielen wolle. Dafs dies unserem Kaiser nicht geschehe, glaube ich verhindern [illegible] zu müssen. Der Kaiser ist leichtgläubig. Wenn er von dem Prognostikum jenes Franzosen gehört hat, so wird er grofsen Wert darauf legen. Deine Sache ist es also, als Ratgeber des Kaisers, genau zuzusehen, ob dies dem Kaiser von Nutzen sein würde. Denn, wie ich meine, wirst Du einsehen, dafs, wenn die Grundvoraussetzungen für eine gute Führung der Angelegenheiten fehlen sollten, alles blofse Vertrauen eitel und verderblich ist. Ich halte es aber fast für gewifs, dafs die Kunde von jenem Prognostikum dem Kaiser zu Ohren gekommen ist.

Die gewöhnliche Astrologie, glaube mir, ist etwas auf zweierlei Art zu gebrauchendes; sie kann mit leichter Mühe so gewendet werden, dafs sie für beide Parteien Wohlgefälliges aussagt. Ich meine aber, dafs nicht nur diese gewöhnliche Astrologie, sondern auch jene Astrologie, welche ich als mit den natürlichen Vorgängen in Einklang stehend erfasse, gänzlich fern zu halten ist von entscheidenden Erwägungen so schwieriger Art. Und zwar spreche ich diese Mahnung nicht aus, als ob sie für Dich bei den feierlichen Beratungen selber notwendig sei. Ich weifs vielmehr sehr wohl, dafs bei solchen überhaupt nichts unmittelbar nach Gesichtspunkten dieser Art erörtert wird. Aber jenes Füchslein lauert viel heimlicher auf: zu Hause auf dem Ruhebett, im Lager, drinnen in der Seele. Und was Einer, verwirrt von jenem Füchslein, dann in der Sitzung vorbringt, ohne den Urheber zu nennen, das dringt auch tropfenweise ein.

Als ich von den Parteien, welche ich als dem Kaiser feindlich kenne, über die Ratschläge der Gestirne befragt wurde, habe ich nicht dasjenige geantwortet, was ich an und für sich als einigermafsen erheblich ansehen konnte, sondern dasjenige, was die Leichtgläubigen verzagt machen konnte, nämlich langes Leben des Kaisers, Fehlen aller üblen Konstellationen, zwar unheilvolle Wendungen und Verfinsterungen, aber diese schon in der Vergangenheit zwei bis drei Jahre zurückliegend.

Dagegen für Matthias (den Bruder des Kaisers) drohende

Tumulte, weil Saturn sich der Sonne nähert, und weil eine grofse Opposition des Saturn mit dem Jupiter in der Nähe der Sonne selber bevorsteht. Das sagte ich den Feinden des Kaisers, weil, wenn es ihnen keine Schranken auferlegt, doch ihre Zuversicht dadurch nichts weniger als eine Stärkung erfährt. Dem Kaiser selber möchte ich solches aber nicht sagen, weil es nicht von so grofser Bedeutung ist, dafs man darauf sein Vertrauen setzen dürfte. Ich fürchte vielmehr, dafs dadurch der Kaiser über Gebühr darin bestärkt werden könnte, dafs er jene gewöhnlicheren Hilfsmittel vernachlässigt, welche ihm die Dazwischenkünfte der ihm getreuen Fürsten vielleicht bieten könnten. Auf solche Weise aber würde die Astrologie ihn in viel gröfsere Nöte verstricken, als ihm jetzt schon bereitet sind.

Andrerseits will ich Dir, weil Du dem Kaiser treu bist, ungescheut folgendes sagen, was ich dem Matthias und den Böhmen niemals sagen werde, da es mir in Betreff der Mitwirkung der Gestirne bei diesen Wirren in vollem Ernst als der vernünftigen Astrologie gemäfs erscheint, obwohl ich indessen auch nicht möchte, dafs irgend Jemand sich darauf mit Hintenansetzung der nächstwichtigen Sachlage und der Anzeichen des Erdenlebens ganz verlasse."

Hier folgt nun in dem Briefe Kepplers eine nähere Darlegung der für die damalige Lage zu beachtenden Konstellationen und Anzeichen. Der Brief schliefst dann mit folgenden Äufserungen:

„Wenn das alles ein beliebiger Astrologe sähe und in Erwägung zöge, und wenn es ihm selber zugleich anheimgegeben wäre, dem einen von beiden Rat zu erteilen, dann würde er wohl den Matthias höchst zuversichtlich, den Kaiser aber angstvoll machen.

Ich, wie gesagt, glaube nichts weiter anfügen zu sollen. Ich habe aber dies alles geschrieben und geprüft, damit Du daraus eine Schätzung entnehmest, welcher Wert dem Prognostikum des Franzosen zuzuschreiben sei, nämlich in Wahrheit gar keiner.

In Kürze ist es meine Meinung, dafs die Astrologie nicht blofs aus dem »Senate« verwiesen werden müsse, sondern auch sogar aus den Seelen derjenigen, welche gegenwärtig dem Kaiser den besten Rat erteilen wollen, und dafs sie geradezu von dem Gesichtskreise des Kaisers gänzlich fern gehalten werden müsse."

Dieser Brief ist offenbar ein sehr merkwürdiges Beweisstück für den Geist der Zeit, aber auch für den Geisteszustand, in welchem sich Keppler selber hinsichtlich des Glaubens an die Gestirne und hinsichtlich seiner Pflichten bei der Deutung der Konstellationen befand. Die Stelle in dem Briefe, in welcher er davon spricht, dafs er den Feinden des Kaisers gegenüber die Ratschlüsse der Gestirne nicht vollkommen sachlich, sondern zu Ungunsten dieser Feinde ausgelegt, nämlich dasjenige hervorgehoben habe, was die Zuversicht der Gegenpartei dämpfen könne, läfst doch erkennen, dafs selbst bei einem so hervorragenden Manne die strenge Wahrhaftigkeit durch das Prophetentum und durch das damit verbundene Machtgefühl empfindlichen Schaden genommen hatte.

Dieser Eindruck kann durch den ganzen sonstigen Wahrheitsernst des Briefes nicht verwischt werden.

Est ist bekannt, dafs dem grofsen Astronomen die schwere Drangsal bereitet wurde, dafs er seine Mutter in Schwaben, die als eine ungewöhnlich begabte und lebhafte Frau in der damals gebräuchlichen Weise der Hexerei angeklagt worden war und mit Folter und Tod bedroht wurde, in dieser Not verteidigen mufste, und dafs es ihm mit Mühe gelang, noch rechtzeitig den schlimmsten Ausgang des Prozesses zu verhüten. Er wird sich damals in tiefster Seele nicht verschwiegen haben, welche Mitschuld an jenen gräulichen Verirrungen auch der „thörichten Tochter der Astronomie", wie er später selber die Astrologie nannte, zur Last fiel, und wie doch auch sein eigenes Gewissen infolge des Umstandes, dafs das astrologische Handwerk die Astronomie und auch ihn selber ernähren helfen mufste, nicht völlig rein geblieben war von gefährlichen Halbheiten und von unklaren Zugeständnissen an ein Gedankensystem, das sich schliefslich zu einer grofsen Lüge zuspitzte.

Es sollte ihm noch Gelegenheit gegeben werden, in der Entwickelung seines astrologischen Verkehrs mit Wallenstein die äufsersten Thorheiten selber kennen zu lernen, zu denen der Glaube an jene Illusionen und zu denen die gefällige Wahrsagerkunst selber ganz in dem Sinne meiner obigen allgemeinen Darlegungen geführt hatte. Man darf wohl sagen, dafs er durch die hierbei gemachten Erfahrungen doch so vollständig bekehrt wurde, dafs sein Urteil über dieses Unwesen gegen Ende seines Lebens an Ernst und Konsequenz nur wenig zu wünschen übrig liefs.

Nur noch leise Vorbehalte blieben schliefslich in diesem Urteil erkennbar und zwar zu Gunsten der Annahme gewisser, zwischen der

Erdenwelt und den Himmelsbewegungen obwaltender harmonistischer Beziehungen von überwiegend zahlenmäfsigem und an den Gedanken von der „Harmonie der Sphären“ anknüpfendem Charakter. Es gelang aber Keppler nicht, Wallensteins Überzeugungen entsprechend zu beeinflussen und denselben hierdurch insbesondere vor den verhängnisvollen Wirkungen einer astrologischen Ansage zu bewahren, die in Kepplers Horoskop für Wallenstein enthalten gewesen war.

Da wir den astrologischen Briefwechsel zwischen den beiden Männern und Kepplers Aufzeichnungen zu demselben besitzen, können wir die merkwürdige Entwickelung dieses Verkehrs fast in allen seinen Stufen verfolgen. Es würde zu weit führen, auf Einzelheiten dieser Dokumente einzugehen, doch will ich den wesentlichen Verlauf dieser Beziehungen in aller Kürze darlegen.

Wallenstein hatte schon im Jahre 1608 unter Angabe seiner Geburtszeit in der oben erläuterten anonymen Weise ein Horoskop bei Keppler begehrt, worauf Keppler dem damals 25jährigen eine ziemlich vollständige Charakterisierung seiner bisherigen Erlebnisse, seiner persönlichen Eigenschaften und seiner zukünftigen Lebens-Entwickelung durch denselben Vermittler eingesandt hatte.

Aus gewissen Eintragungen in den darüber noch vorhandenen Originalberechnungen Kepplers läfst sich als sehr wahrscheinlich erweisen, dafs auch in diesem Falle die Vorkehrungen zur Wahrung der Anonymität nicht ausgereicht hatten, sondern dafs Keppler den Mann, um den es sich handelte, sehr wohl erkannte, wenngleich er von den Einzelheiten seines bisherigen Lebens vermutlich nur eine ungefähre Kenntnis haben konnte. Jedenfalls hat Wallenstein damals seine Persönlichkeit und seine bisherige Lebens-Entwickelung in dem Horoskop nahezu der Wahrheit entsprechend dargestellt gefunden und von da ab den weiteren Verlauf seines Lebens mit den Vorhersagungen des Horoskops sorgfältig verglichen.

Nach 17 weiteren Jahren sandte er dann das Horoskop mit seinen Bemerkungen hinsichtlich des Eintreffens und Nichteintreffens an Keppler zurück mit der Bitte, den Versuch zu machen, ob nicht durch eine „Verbesserung“ der Geburtszeit die beobachteten Fälle des Nicht-Eintreffens oder nicht genauen Eintreffens vermindert werden könnten, ohne zugleich die Fälle des Eintreffens zu vermindern. So hatte nämlich jenes erste Horoskop eine sehr gefährliche Erkrankung auf das 21. Lebensjahr angesetzt, während dieselbe erst im 22. Jahre wirklich eingetreten war. Ferner war in dem Horoskop die Heirat mit einer Wittib, reich an Geld und Gütern, wenn auch nicht schön,

auf das 33. Jahr angesetzt worden, während die Heirat schon im 26. Jahre stattfand. Da aber die Beschreibung der Wittib in dem Horoskop, wie Wallenstein an den Rand schreibt, zum Sprechen ähnlich gewesen und damals als eine besonders glänzende Leistung des Propheten erschienen war, so betrachtete Wallenstein die Verfrühung des Zeitpunktes des sonst so zutreffend vorausgesagten Ereignisses als ein besonderes Anzeichen, dafs vielleicht das Horoskop durch eine Veränderung der Geburtsstunde den wirklichen Erlebnissen doch noch besser angepafst werden könne. Er meinte, dafs alsdann die Folgerungen des verbesserten Horoskops auch für die Zukunft gesichertere Geltung haben würden.

Eine ähnliche Verschiedenheit, wie bei der vorerwähnten ersten Erkrankung, hatte sich zwischen dem wirklichen Zeitpunkte einer späteren sehr ernsten Erkrankung im 37. Jahre und der horoskopischen Ansage derselben auf das 39. Jahr herausgestellt.

Nun, Keppler empfing das erste Horoskop mit diesen Randbemerkungen und that, natürlich kopfschüttelnd, sein Bestes, um diejenigen Verbesserungen der Geburtszeit herauszurechnen, durch welche die Übereinstimmungen seiner ersten Rechnung mit den Erlebnissen thunlichst aufrecht erhalten und die Nichtübereinstimmungen vermindert werden könnten. Er fand durch sorgfältige Rechnung, dafs die Geburtszeit nur um $6^1/_2$ Minute später anzusetzen sei, um alles leidlich in Ordnung zu bringen; aber hierbei hat ihm doch das Gewissen geschlagen, und die Erläuterungen, die er zu diesem Verbesserungskalkül und der neuen entsprechenden Fassung des Horoskopes hinzuthut, enthalten in der That die schärfsten Verurteilungen des Unsinns und der Unwahrhaftigkeit eines solchen Anpassungsverfahrens. Wiederholt warnt er in diesen Erläuterungen den Wallenstein davor, nun an die Einzelheiten dieses neuen Horoskops zu glauben. „Die »Partikularitäten« des Lebens seien nicht aus dem Himmel vorherzusagen; sondern alle irdischen Ereignisse nähmen »ihre Form und Gestalt« aus irdischen Ursachen," und er fügt hinzu: „Diese Art, das Thema (die Geburtszeit) zu korrigieren, sei blofs gerade so richtig und gerecht, als die Rechnung richtig sei" (das heifst also, sie habe keine andere als rechnerische Realität). Er fühlt sich geradezu gedemütigt dadurch, dafs man ihm eine solche Verbesserungsrechnung zumute, indem er sagt, es seien der jungen Astrologen viele, die Lust und Glauben zu einem solchen Spiele hätten, und wer gern mit sehenden Augen wolle betrogen werden, der möge ihrer Mühe und Kurzweil sich bedienen. Die Philosophie —

und also auch die wahre Astrologie — sei ein Zeugnis von Gottes Wirken und also ein heilig, und gar nit ein leichtfertig Ding, das er seines Teiles nicht verunehren wolle. Wer überhaupt Antwort auf solche Fragen (nämlich was der Himmel über günstige politische und kriegerische Umstände aussage) begehre, der habe das Licht der Vernunft, das ihm Gott angezündet, noch nicht recht geputzet. Er seines Teiles sage Gott Dank, dafs er die Astrologie so viel studiert, „dafs er nunmehr vor diesen »Fantaseyen«, welche man in den astrologischen Büchern häufig finde, gesichert sei.“

Sehr merkwürdig ist der Gesamteindruck dieser Erläuterungen durch die Art, in welcher die kräftigsten Abmahnungen von dem Glauben wieder mit zahlreichen astrologischen Details gemischt werden, die doch immer noch erkennen lassen, wie fest das Spiel mit allgemeinen Schicksalsdeutungen aus den Konstellationen der Gestirne noch in der Seele des Astrologen Keppler wurzelt, und wie nur der grofse Denker und Astronom sich immer wieder dagegen auflehnt.

Trotz aller Warnungen Kepplers hat das verbesserte Horoskop offenbar grofsen Eindruck auf Wallenstein gemacht. Am Schlusse dieses Horoskops wird auf den März 1634 eine Planetenkonstellation angesagt, in welcher Saturn und Mars eine bedeutsame Rolle spielen. Keppler selber bringt diese Konstellation, trotz aller seiner vorangegangenen Abmahnungen von dem Glauben an solche Dinge, mit „schröcklichen Landverwirrungen“ in Verbindung und fügt nur hinzu, dafs wohl zur Zeit (1625) eine soweit hinausreichende Ansage keine sonderliche Bewegung des Gemütes verursachen werde. Aber nachdem Keppler schon gestorben war, hat höchstwahrscheinlich diese Ansage einen nicht geringen Anteil an gewissen Zögerungen gehabt, mit denen Wallenstein im Anfang des Jahres 1634 die gefährlichen Schachzüge seiner ränkevollen Politik betrieb. Wie es scheint, hat er geschwankt zwischen der Entschliefsung, ob er noch vor dem Eintritte jener „schröcklichen“ Konstellation energisch vorgehen oder lieber den Vorübergang derselben abwarten solle, und so ereilte ihn denn am 25. Februar 1634 sein Schicksal. Auch hier hatte die Voraussagung der unheilbringenden Konstellation das Ihrige dazu beigetragen, das Unheil herbeizuführen.

Als Schiller die Gestalt des Wallenstein dichterisch erschuf, waren leider die Quellen noch nicht eröffnet, welche wir jetzt aus Kepplers Nachlafs zur Beurteilung des Einflusses der Astrologie auf Wallensteins Gedanken und Entschlüsse besitzen. Nach unserer jetzigen näheren Kenntnis der übergrofsen Neigung Wallensteins,

sich von dem Orakelwesen bestimmen zu lassen, können wir behaupten, dafs das Bild, welches Schiller von diesem ungewöhnlichen Manne gestaltet hat, doch noch stärker idealisiert ist, als man bisher schon angenommen hatte. Die herrliche Dichtung an sich verliert dadurch nichts von ihrem Werte; vielleicht aber hätte Schiller, wenn ihm jenes urkundliche Material bekannt geworden wäre, die Tragik jenes Lebens auch in ihrer zeitgeschichtlichen Bedingtheit noch lebendiger und eindrucksvoller erfafst. In Schillers Braut von Messina sind zwar die tragischen Folgen der Abhängigkeit von dem Orakelwesen die eigentlichen Schicksalsmächte, aber für den Fluch desselben werden, zum Schaden der Wirkung dieser Dichtung auf einfache Gemüter, keine ernsten Worte gefunden. Wir besitzen aber ein anderes dichterisches Meisterwerk, in welchem dieselbe Tragik, nämlich die übermäfsige Abhängigkeit der Menschen vom Schicksals- und Dämonen-Aberglauben, wie sie für jene Zeit so charakteristisch ist, in den ergreifendsten Tönen geschildert wird. Wenn man nämlich Shakespeares Macbeth ganz unbefangen, nicht moralisch, sondern psychologisch auf sich wirken läfst, so kann gar kein Zweifel daran sein, dafs Shakespeare in den Gestalten von Macbeth und Lady Macbeth in grofsen Zügen die furchtbaren Seelennöte geschildert hat, in welche selbst bedeutende und hochgesinnte, an sich nicht grausame Menschen jener Zeit durch verführerische Schicksalsprophezeiungen gestürzt wurden. Wenn man beim Lichte dieser Gesichtspunkte die ganze Entwickelung der Macht- und Mordgedanken in dieser Tragödie verfolgt, so erkennt man deutlich, dafs Shakespeare jene Tragik vor Augen gehabt hat.

Die Weissagungen, die Macbeth ins Verbrechen treiben, sind ja keine astrologischen, aber sie gehören doch zu dem ganzen Trofs dieser Weissagungstechnik; und wenn Lady Macbeth von dem goldenen Reif spricht, „mit welchem offenbar das Schicksal und des Himmels Wunderhilfe Macbeth bekrönen wollen", so ist diese Wunderhilfe nicht auf Gott, der ja mit jenen wahrsagenden Hexen nichts zu thun hatte, sondern auf die himmlischen Schicksalsmächte zu deuten; spricht doch auch Macbeths Brief an seine Gemahlin von dem mehr als sterblichen Wissen jener Schicksalskünderinnen.

Kaum drei Jahrhunderte trennen uns von der Zeit Shakespeares und Kepplers. Die Sonne von Kepplers, Galileis und Newtons astronomischen und physikalischen Entdeckungen und die herrliche Aufklärungszeit des 17. Jahrhunderts haben den Hexenspuk

und den astrologischen Aberglauben aus den leitenden Köpfen der Kulturvölker gründlich weggefegt, während im Volke, sogar in den Kulturländern, die Hinneigung zu dem Glauben an Wahrsagerei und sogar an den ins Menschenleben eingreifenden Einflufs der Gestirne noch immer weiter glimmte. Bis ans Ende des 17. Jahrhunderts enthielten selbst die offiziellen Kalender noch allerhand Astrologisches, z. B. die Angaben, wann nach dem Stande des Mondes und seinem Aufenthalt in den verschiedenen Tierkreiszeichen gut Schröpfen und gut Aderlassen sei, und auch jetzt noch giebt es in manchen Ländern Europas Kalender, die solche Angaben enthalten. Auf den Jahrmärkten werden noch sogenannte Planetenbüchlein verkauft, welche in einem gewissen astrologischen Jargon abgefafst sind. Bis in die Voraussagung des Wetters und sonstiger Naturkatastrophen erstreckt sich auch immer noch die Neigung, dem Monde, als dem Bringer der Ebbe und Flut, einen übermäfsigen Einflufs zuzuschreiben. Möglicherweise werden von dem Monde aufser den Ebbe- und Flut-Wirkungen in den Ozeanen und denjenigen genau bekannten Störungswirkungen auf die Lage der Erdachse im Raume, die er mit der Sonne zusammen hervorbringt, noch kleine Einwirkungen auf das Erdenleben verursacht, z. B. auf den magnetischen und elektrischen Zustand der Erde, die noch nicht alle deutlich erkannt sind. Eine irgend merkliche Ebbe und Flut der Atmosphäre bringt er durchaus nicht hervor. Sein Einflufs auf das Wetter wird also jedenfalls höchst nebensächlicher Art sein. Aber abgesehen von der Mond-Astrologie, die selbst in der Wissenschaft hinsichtlich des Wetters noch eine gewisse Rolle spielt, erfährt in den letzten Jahrzehnten in merkwürdiger Weise gerade in den obersten Schichten der Kulturländer, besonders der angelsächsischen, der astrologische Schicksalsglaube eine erneute Belebung, was durch die Verbreitung von hunderttausenden astrologischer Schicksalsbücher sowie durch die kuriosesten Anfragen erwiesen wird, die an manche astronomische Stellen gelangen.

Die arme Menschheit schwankt, soweit sie nicht zu ruhiger Selbstbescheidung in stiller, einfacher Pflichterfüllung und Menschenliebe oder auf der Grundlage schlichten und soliden Wissens und entsprechenden stetigen Thuns zu gelangen vermag, zwischen solchen mehr oder minder düsteren Träumen hin und her. Man wird dabei an den schmerzlichen Ausruf erinnert, den Faust, die grofse Verkörperung des bisherigen Schicksals der Menschheit, gegen Ende seines Lebens thut:

„Könnt' ich Magie von meinem Pfad entfernen!"

Und wie treffend schildern dann die auf diesen Ausruf folgenden Verse die Not jener vergangenen Zeiten:

> Nun ist die Luft von solchem Spuk so voll,
> Dafs niemand weifs, wie er ihn meiden soll.
> Wenn auch ein Tag so klar vernünftig lacht,
> In Traumgespinst verwickelt uns die Nacht;
> Wir kehren froh von junger Flur zurück,
> Ein Vogel krächzt; was krächzt er? Mifsgeschick.

Zwar ist die Rückkehr solcher Zeiten für die Höhen der Menschheit, das heifst für die geistig leitenden Menschen, gewifs nicht zu befürchten. Immerhin aber bleibt es eine Aufgabe der Menschenfreunde, in allen Kreisen der Bevölkerung gegen die Trübungen des Intellektes, wie sie in der Form aller möglichen Urteilsfehler unter dem Drange der Interessen, Leiden und Leidenschaften noch immer das ganze Leben der einzelnen und der Gemeinschaften durchdringen, mit unablässigem Ernste in allen Stufen der Erziehung zu wirken.

Hierbei kann obiger Rückblick auf die Vergangenheit der verhängnisvollen Verbindung der Himmelskunde mit der Weissagung gewifs förderlich wirken. Auch der Pflege einer feineren Gewissenhaftigkeit innerhalb der Wissenschaft kann ein solcher Rückblick dienlich sein. Leichtfertige und tief mifsverständliche Folgerungen aus der biologisch-wissenschaftlichen Lehre vom Kampfe ums Dasein liefern z. B. gegenwärtig vielfach das Rüstzeug für die schnödesten und kulturfeindlichsten Sophismen im Kampfe der Nationen und Rassen, gerade wie der grobe Materialismus einer gewissen Epoche der naturwissenschaftlichen Forschung eine Zeitlang die Ethik der Heilkunde bedenklich verkümmerte. Sei diesen Verirrungen die einstmalige Konnivenz der Astronomie gegen den astrologischen Wahn ein warnendes Denkzeichen.



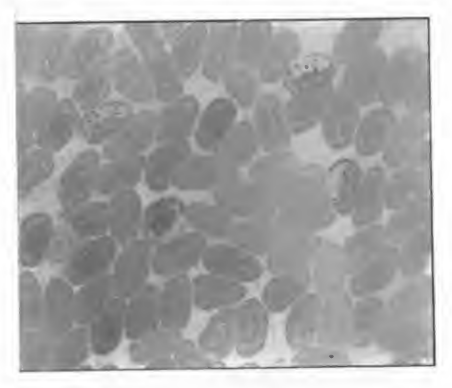
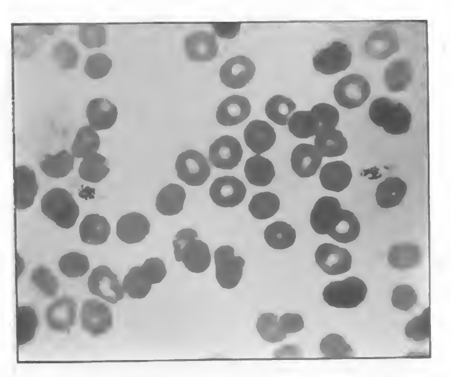
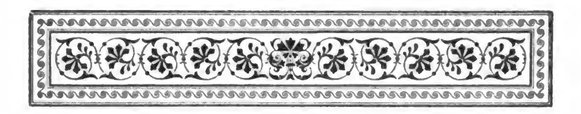


Fig. 22. Sperlingsblut mit Parasiten.



. 27. Blut des Menschen nach Infektion durch Moskitos.



Der Kampf um die Gesundheit im XIX. Jahrhundert.

Von Geh.-Rat Prof. **Rubner** in Berlin.

(Schlufs.)

Die Bakterien sind heutzutage so populär, dafs viele meinen, jeder Krankheit müsse ein bestimmter Bacillus zu Grunde liegen; so ist die Sache nun freilich nicht. Es gäbe noch vielerlei Krankheiten, auch wenn die Bakterien ganz ausgestorben wären. Denn viele und hochbedeutende Krankheiten werden durch allerlei kleine Tiere hervorgerufen.

Krätze, Trichinen und Bandwürmer sind allgemein bekannt, aber weniger die zahlreichen Krankheiten, die namentlich in den Subtropen und Tropen von kleinen Saugwürmern, von Distomumarten hervorgerufen werden (Fig. 16, Fig. 17 Titelbl.). In Japan giebt es Gegenden, in welchen zeitweise 10% der Bevölkerung an der Distomuminfektion leiden. Gefährlichen Parasiten der Menschheit begegnet man unter den Rundwürmern, auch abgesehen von der Trichine, welche diesen zugehört. Die ägyptische Chlorose, der wir auch bei italienischen Erd- und Ziegelarbeitern ab und zu begegnen, wird von dem Anchylostomum duodenale hervorgerufen; in Cochinchina kommt unter den französischen Truppen eine verderbliche Seuche vor, die gleichfalls einem Rundwurm ihr Dasein verdankt, die sog. Cochinchinadiarrhöe. Die Filaria Bancrofti erzeugt eine schwere Erkrankung, bei welcher sich der Parasit in Blut- und Lymphgefäfsen aufhält und nachts im Blut zirkuliert (Fig. 18). Moskitos saugen das Blut Erkrankter und infizieren sich. In ihrem Körper wächst der Parasit weiter (Fig. 19 Titelbl.); sie verschleppen die Parasiten nach dem Wasser, durch dessen Genufs andere Personen sich anstecken können.

Erst in den allerletzten Jahren ist es gelungen, zu zeigen, welch wichtige Stelle die Insekten bei der Übertragung von solchen Krankheiten spielen können.

In den letzten zwanzig Jahren hat man endlich eine ganze Reihe von Bluterkrankungen kennen gelernt, welche heutzutage wohl am besten als Sumpffiebererkrankungen oder Malariaerkran-

kungen bezeichnet werden können. Die Malariaerkrankungen [illegible] manche Länder, so z. B. für Italien, von allerhöchster Bedeutung [illegible] summen von Nationalvermögen gehen durch diese Seuche zu [illegible] Ihre Ausdehnung in der Provinz Rom zeigt umstehende Fig. [illegible]

Den Anstoß zu dieser Entdeckung gab ein französischer [illegible] arzt Laveran, welcher bei Malariakranken im Blute Kör[illegible] fand, die er seiner Meinung nach für die Krankheitserreger [illegible] laria hielt. Anfänglich fanden diese Angaben wenig Beifa[illegible]



Fig. 18. **Filaria perstans aus menschlichem Blut**

damaligen bakteriellen Hochflut wollte man den „Malariabacillus“ schon gefunden haben, aber erst als von italienischer Seite von **Marchiafava**, **Celli**, **Golgi**, Mitte der 80er Jahre das reichliche Material, welches sich in Italien findet, bearbeitet wurde, kann man sagen, dafs die Malariaätiologie auf sicherem Boden stand. Die Malaria erscheint unter sehr verschiedenem klinischen Bilde, bald täglich, bald jeden zweiten Tag, bald jeden vierten Tag Fieber erzeugend, fast immer aber einen bestimmten Typus einhaltend.

Fast jede dieser Fieberformen wird durch einen besonderen Parasiten, die sich aber zoologisch alle ungemein nahe stehen, hervorgerufen.

Unter den tropischen Malaria-Fiebern herrschen die bösartigen

Fieber vor. Die Parasiten leben in den roten Blutkörperchen, im Blute selbst, im Knochenmark, in der Milz, sie zerstören das Blutrot. Der Fieberanfall entsteht, wenn eine Parasitengeneration reif ist und Fortpflanzungsprodukte erzeugt werden, was nach 48 Stunden, 72 Stunden u. s. w. regelmäfsig geschehen kann (Fig. 21 Titelbl.).



Fig. 20.

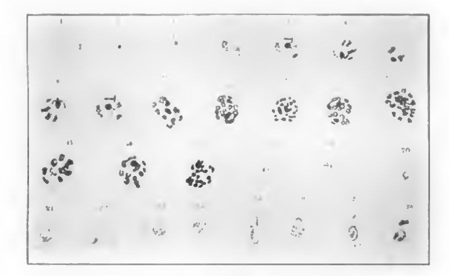


Fig. 24.

Frösche, Eidechsen, Sumpfvögel, Sperlinge u. a. können gleichfalls wie der Mensch von solchen Blutparasiten befallen werden, aber sie haben ihre eigenen, besonderen, von den unsrigen verschiedene Parasiten (Fig. 22).

Wie kommt man aber zur Malaria? Durch Einatmung der Luft? Durch Wasser oder auf anderem Wege? Durch praktische Erfahrung konnte man sicher sagen, weder durch Trinkwasser noch durch

Nahrungsmittel, auch nicht durch direkte Ansteckung von Mensch zu Mensch.

Das Volk beschuldigt den Mückenstich als Malariaerzeuger wohl deshalb, weil fast an allen Orten, wo Malaria vorkommt, auch die Mücken vorkommen. Gegen die Einatmung der Malariaparasiten durch Staub sprach ihre grofse Vergänglichkeit und der Umstand, dafs sie aus dem kranken Körper gar nicht mehr herauskönnen: sie müfsten denn durch die Haut hindurch.

Heute können wir mit Sicherheit sagen, sie kommen durch die

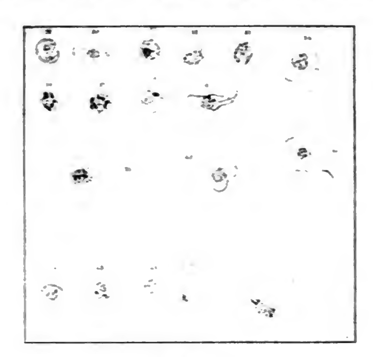


Fig. 25.

Haut in uns hinein und auf dem gleichen Wege wieder heraus; in der That durch die Moskitos.

Die Lösung der Frage wurde durch zwei Entdeckungen ermöglicht. Einmal durch die Auffindung der Thatsache, dafs es eine Rindermalaria giebt, bei deren Verbreitung Zecken die Hauptrolle spielen; die Seuche, zuerst Texasseuche genannt, kommt, wie es scheint, in allen gröfseren Malariadistrikten vor. Die Zecke saugt Blut und nur die jungen Zecken, welche von solchen Tieren abstammen, die Malariablut gesogen haben, können die Krankheit unter den Rindern weiter verbreiten.

Die zweite Thatsache, welche den nächsten Anstofs zur Aufklärung der menschlichen Malaria gab, waren Studien, welche Rofs über die Infektion an Sperlingen durch Moskitos machte. Gewisse

Moskitos saugen Blut von Sperlingen, und wenn diese an Malaria leiden, enthält das gesogene Blut den Sperlingsmalariaparasiten; der Parasit wächst in der Magenwand der Moskitos aus (Fig. 23 Titelbl.), bildet feine Fäden, die nach den Speicheldrüsen gehen, und diese Fädchen werden durch den Stich der Moskitos weiter übertragen auf Sperlinge, die dann wieder an Malaria erkranken.

Denselben Entwickelungsgang haben Grassi, Celli u. a. für die menschliche Malaria dargethan. Der Malariaparasit des Menschen hat zwei Arten der Fortpflanzung, einmal die Fähigkeit, sich durch Teilung zu vermehren; dies geschieht im menschlichen Blut. Nebenbei werden aber auch im Menschen weibliche und männliche Ge-

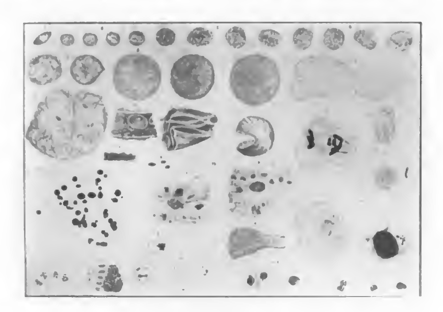


Fig. 26.

schlechtsprodukte gebildet, die sich aber nicht befruchten können. Nur dann, wenn sie in eine bestimmte Moskitoart, Anopheles (claviger), gelangen, befruchten sie sich, bilden grofse blasige Gebilde, vollgepfropft von Sporozoiten, welche nach den Speicheldrüsen gehen und durch den Stich übertragen werden. Die Moskitos findet man nur zu gewissen Zeiten reichlich in Sumpfgegenden; ihr Stich ist nur gefährlich, wenn sie vorher aus einem Malariakranken Blut gesogen haben und wenn noch warme Witterung herrscht. Die Moskitos hängen in ihrer Temperatur von der Luftwärme ab, und nur wenn die Temperatur gewisse Grenzen erreicht, kann die Weiterentwickelung der Malariaparasiten im Moskitoleib vor sich gehen.

Fig. 24 giebt die Entwickelung der Parasiten der schweren italien. Malariaformen: 1 bis 17 die Entwickelung im Blut, 18 ff. die

Entwickelung halbmondförmiger geschlechtlich differenzierter Zellen im Knochenmark.

Fig. 25 zeigt das Wachstum der geschlechtlichen Formen. Fig. 26, 27 stellen die weiblichen, Fig. 19, 24 die männlichen Organismen dar.

Fig. 26 giebt die nach Befruchtung eintretenden Veränderungen im Leibe der Moskitos. 1 bis 6 zeigt das Heranwachsen von Cysten, in welchen die feinen spindelförmigen Zellen sich ausbilden (s. 19), die aus den Speicheldrüsen beim Stich des Menschen ausgeschieden werden und die Infektion hervorrufen. 12 ist eine entleerte Cyste.

Fig. 27. Das Blut des Menschen nach schweren Infektionen zeigt neben den in den Blutzellen selbst enthaltenen Parasiten noch freie Halbmondformen, welche letztere geschlechtlich differenzierte Zellen (die sich im menschlichen Blute aber nicht vereinigen und weiter ausbilden können) darstellen.

So erstaunlich Viel gerade im Gebiete der Mikrobiologie des XIX. Jahrhunderts geschaffen worden, so ist doch, selbst was die Erkenntnis der Krankheitsursachen anlangt, noch recht viel erst zu leisten. Aber auch die Wege der Ansteckung durch Parasiten sind zum Teil nur unvollständig erkannt; es wird vielleicht noch die Arbeiten von Generationen kosten, tiefer in diese Geheimnisse einzudringen. Die Kleinheit der Parasiten hat ihr Studium ungemein erschwert; giebt es aber nicht vielleicht noch kleinere Organismen, die jetzt noch aufserhalb der Grenze unserer Vernehmbarkeit stehen?

Man wird das heutzutage nicht mehr leugnen. Sowohl im Pflanzenreiche wie im Tierreiche sind uns Verhältnisse bekannt, bei welchen es sich offenbar um ansteckende Krankheiten handelt, die Keime aber noch unterhalb der Grenzen der Leistungsfähigkeit unserer Mikroskope stehen.

So grofsartig auch die Fortschritte, welche die Erhaltung der Gesundheit zum Ziele haben, auf allen Gebieten im verflossenen Jahrhundert gewesen sind, so läfst sich doch wieder nicht verkennen, dafs für das XX. Jahrhundert noch der Löwenanteil an Arbeit geblieben ist. Indes so dankend wir auch das Erreichte anerkennen, so verhehlen wir uns doch nicht, dafs sich die Gesundheitsgefahren oft auftürmen gleich unübersteiglichen Gebirgen, und rings um uns scheint der Tod in tausendfältiger Verkleidung zu lauern. Wir kennen keineswegs alle seine Schleichwege. Die Hauptaufgabe besteht für uns, diesen drohenden Gefahren jederzeit aus dem Wege zu gehen, und

hierin, in dem Nachweise, wie man ohne störende Eingriffe ins Kulturleben die Gefahren zu vermeiden im stande sei, liegt das Hauptfeld künftiger Thätigkeit.

Aber unser Rückblick giebt uns frohe Hoffnung. Trotzdem das XIX. Jahrhundert durch das intensivste Anspannen der Menschen für die durch Arbeitsteilung einseitiger und ungesunder werdende Berufsarbeit immer wechselnde Formen von Gesundheitsschädigungen gezeitigt hat, können wir doch sagen: wir sind als Nation aus dem XIX. Jahrhundert ohne Einbufse an körperlichen Eigenschaften in die neue Zeit übergetreten. Ja, wir haben durch die hygienischen Mafsnahmen der letzten 40 Jahre die Hauptwunden geschlossen, welche die Volksseuchen erzeugt hatten. Darin liegt aber das beruhigende Gefühl, es werde auch unter neuen Lebensbedingungen, welche das neue Jahrhundert bringen mag, gelingen, die kommende Generation vor Unheil zu bewahren.

Freilich wird der Zukunft ein schwerer Kampf nicht immer erspart bleiben. Mögen uns noch viele Jahre des Friedens zu teil werden, denn Kriege haben allezeit und jederzeit schwere Opfer auferlegt durch ihre Seuchen und finanziellen Wirkungen, die den Wohlstand untergraben und durch Entbehrungen die Wurzel aller Krankheit werden.

Auch in anderer Richtung vermag niemand dem neuen Jahrhundert das Horoskop zu stellen. Was mag es uns an Seuchen bringen! Die Geschichte der Medizin lehrt uns, wie plötzlich neue, bisher unbekannte Krankheiten das Menschengeschlecht befallen. Die Geschichte der Menschheit ist trotz ihrer langen Dauer nicht die cyklische Wiederkehr vergangener Perioden. Wir stehen nicht allein auf dem Erdball. Rings umgiebt uns die belebte Natur und in ihr schlummern segensreiche wie verderbliche Kräfte. So wird wohl auch die Zukunft nicht frei bleiben von neuen, bisher unbekannten Angriffen von Seuchen und Volkskrankheiten, wogegen sich hoffentlich die Abwehrmittel finden werden.

Staat und Gemeinde haben sich in der Abwehr schädlicher Potenzen zu vereinigen. Wie wir uns aber heutzutage in die ganze Welt teilen und alle Früchte des Erdballs uns zu Gebote stehen, wenn der heimische Boden versagt, so teilen wir auch die Gefahren des ganzen Erdballs, und es wird die Erhaltung der Gesundheit eine Aufgabe sein, an der alle Nationen gleichmäfsig beteiligt sind. Wie der Handel und Verkehr keine nationalen Grenzen kennt, so auch

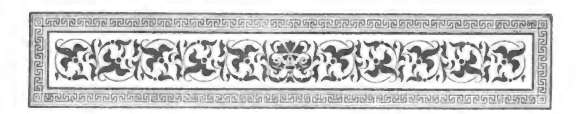
die Krankheiten. Ihrer Wanderschaft aber müssen internationale Vereinbarungen ein Ende bereiten.

Schutz der Gesundheit auf allen Wegen, aber nicht eine feige Verweichlichung und Furcht vor jedem kühlen Atemzug und nicht Verweichlichung des Empfindens streben wir an.

Volle und blühende Gesundheit wird aber nicht erworben durch Nichtsthun, sondern durch volle Thätigkeit und Übung der Organe, durch Überwindung des in uns liegenden Widerstandes, durch Kampf gegen die Trägheit, durch Selbstzucht und Arbeit.

Eine gestählte Gesundheit muſs den Stürmen, die das Leben über uns gebracht hat, gewachsen sein, wie eine gesunde Eiche, die durch ihre Wurzeln festgeankert vor dem Orkan sich beugt und doch nicht fällt.





Die Dunkelkammer.

Eine Untersuchung über die Vorgeschichte derselben.

Von Prof. **Maximilian Curtze** in Thorn.

Die Vorgeschichte der Dunkelkammer, welche in ihrer jetzigen Form von Giovanni Battista Porta herrührt, ist von Guilielmo Libri in seiner „Histoire des sciences mathématiques en Italie" T. IV, Note II, p. 303—314 bis auf einen Benediktinermönch und Architekten Don Pafnutio zurückgeführt worden, welcher am Ende des XV. und Anfang des XVI. Jahrhunderts gelebt hat. Libri selbst aber läfst in Zweifel, ob ihm nicht der berühmte Lionardo da Vinci, welcher um dieselbe Zeit lebte — er starb bekanntlich 1519 — darin zuvorgekommen sei. Im nachfolgenden will ich die Geschichte dieser Erfindung weiter rückwärts verfolgen, und hoffe zeigen zu können, dafs schon im Jahre 1342, vielleicht aber schon 1321, das Prinzip der Dunkelkammer bekannt war und zu astronomischen Beobachtungen, speziell bei Sonnen- und Mondfinsternissen, in Benutzung genommen wurde.

Im Jahre 1342 übersetzte unter dem Diktate des Verfassers ein gewisser Petrus de Alexandria ein 1321 verfafstes hebräisches Werk des Levi ben Gerson († 1344) unter dem Titel in das Lateinische: „Leo de Balneolis Israhelita, De sinibus, chordis et arcubus, item Instrumento Revelatore secretorum,[1]) welches von dem Verfasser dem Papste Clemens VI. dediziert wurde. Das Dedikationsexemplar ist in der Bibliothèque nationale zu Paris unter der No. Manuscrit latin 7293 noch vorhanden, doch ist ihm das

[1]) Man sehe über dieses Werk meinen Aufsatz im 4. Hefte des Jahrgangs 1898 der Bibliotheca Mathematica Gustaf Eneströms. Das Instrument Secretorum revelator ist das sonst Jacobstab (Baculus Jacob) genannte Werkzeug zu Himmelsbeobachtungen, speziell zur Messung der Abstände zweier Fixsterne in Bogenmafs am Himmel. Das Prinzip derselben ist aus der Hipparchischen Dioptra entnommen. Man vergleiche den Aufsatz von Fr. Hultsch in der Festschrift für Moritz Cantor.

erste Blatt, wohl einer darauf befindlich gewesenen Miniatur halber, ausgeschnitten worden. Von dem dritten Kapitel dieses Werkes, das im ganzen neun umfafst, habe ich durch die Güte des Herrn Paul Tannery zu Pantin eine genaue Abschrift erhalten. Ich selbst habe eine solche aus dem Codex Vindobonensis Palatinus 5277 genommen. In diesem Kapitel ist nun das Prinzip der Dunkelkammer deutlich auseinandergesetzt, und der Grund der Erscheinung mathematisch klar gelegt. Dasselbe ist folglich spätestens 1342, wahrscheinlich aber auch 1321 schon bekannt gewesen. Ich teile zunächst im folgenden den lateinischen Wortlaut des Kapitels mit gegenüberstehender deutscher Übersetzung mit, Erläuterungen des Textes in Anmerkungen hinzufügend.

Drittes Kapitel.

Das dritte Kapitel entwickelt ein Verfahren, nach dem man die Gröfsenverhältnisse der Halbmesser von Sonne und Mond zu dem des Kreises auffinden kann, welchen sie aufserhalb ihres Deferens zur Beobachtungszeit beschreiben, und zwar aus der Gröfse des Bildes, das sie nach ihrem Durchtritt durch die Fenster eines Hauses entwerfen.

Wenn Sonnen-, Mond- oder andern Lichtquellen entstammende Strahlen durch irgend ein Fenster oder Loch[2]) *einfallen und auf einen hinter genannter Öffnung befindlichen Gegenstand treffen, so ist das Bild derselben allerseits entsprechend*

Tertium Capitulum.

In tertio capitulo invenitur unum principium utile ad cognoscendum semidyametrum solis et lune per comparationem ad circulum, quem describit extra suum deferentem experientie tempore, ex quantitate radiorum ipsorum, qui per fenestras domorum introeunt.

Radius solis vel lune vel cuiuscunque corporis radiosi, qui intrat per quamcunque fenestram vel per quodunque foramen,[2]) *terminatus ad aliquid obiectum distans a predicto foramine, est latior quantitate foraminis ex qualibet parte in*

[2]) Aus dem Folgenden ist klar, dafs unter „fenestra“ nicht ein ganzes Fenster verstanden wird, sondern nur ein Loch oder eine Öffnung in demselben (foramen). Heifst es doch an späterer Stelle: je kleiner die Öffnung sei, je genauer sei die Beobachtung. Es dürfte die ganze Stelle eine Art Hendiadioin sein sollen und durch „*eine Öffnung im Fenster*“ zu übersetzen sein. Auch im folgenden ist bei dem Worte *Fenster* immer nur die *Öffnung im Fenster* zu verstehen.

dem Winkel, welchen der Halbmesser des leuchtenden Körpers an der Eintrittsstelle bildet, breiter als die Lochöffnung.

Zum Beweise dessen unterstelle ich hier jetzt, bis zu weiterer Erläuterung im folgenden, dafs das Bild, wenn die Lichtquelle unteilbar oder punktförmig ist, auf dem Auffangsschirm[3]) auch nicht um die geringste Kleinigkeit breiter als das Fenster werden wird, selbst bei gröfstmöglicher Entfernung zwischen dem Fenster und ihm; weil wegen der wunderbaren Entfernung der Himmelskörper von der Erde sich durch einen so mäfsigen Abstand, wie der zwischen Fenster und Auffangsschirm ist, keine irgend der Beobachtung zugängliche Änderung ergiebt. Und dafür giebt es einen sichtbaren Beweis: Sehen wir doch, wie der Erdhalbmesser uns keinen merklichen Aufschlufs über die Gestirne gewährt wegen der wunderbaren Entfernung zwischen ihnen und der Erde, um wieviel geringer wird also ein so beschränkter Abstand, wie zwischen Fenster und Auffangsschirm, uns über sie merkbare Aufschlüsse geben? Nicht einmal beim Monde, der uns um so viel näher ist, tritt derartiges in Erscheinung. Alles das wird im nachfolgenden erklärt werden.

quantitate, in qua terminaret angulum semidyameter corporis radiosi in loco foraminis.

Ad cuius probationem suppono pro nunc, quousque ex dicendis fuerit declaratum, quod, si corpus radiosum fuerit indivisibile sive puncti unius, radius terminatus ad obiectum[3]) non esset latior fenestra propter distantiam fenestre ad obiecto quamcunque possibilem in aliqua quantitate notabili sensui; quia propter mirabilem distantiam celestium corporum ad terram non est signum notabile sensui propter tam modicam distantiam, que est illa, que inter fenestram et obiectum existit. Quod apparet: videmus enim, quod semidyameter terre non dat nobis signum notabile de celestibus corporibus radiosis propter mirabilem distantiam, que est inter corpora predicta et terram; quanto ergo magis tam modica distantia, que est inter fenestram et obiectum, non dabit nobis signum notabile de predictis corporibus, etiam in luna, que est nobis propinquior? Et totum istud declarabitur ex dicendis.

[3]) Das Wort „obiectum" ist später entweder mit „obiectus paries" oder „obiecta tabula" bezeichnet. Ich habe deshalb, leichtern Verständnisses halber, überall dasselbe durch *„Auffangsschirm"* oder einfach *„Schirm"* wiederzugeben mir erlaubt.

Beweis des Hauptsatzes.

Auf der das Fenster enthaltenden Wand ziehe man (Fig. 1) die Gerade ab; Punkt e derselben sei am Fensteranfang. Auf der Gegenwand, welche den Auffangsschirm der Strahlen bildet, sei die Linie cd parallel ab gezogen; der Mittelpunkt des leuchtenden Körpers sei g; der den beiden ersten Geraden parallele Durchmesser desselben heifse fh; die Gerade vom Mittelpunkte des leuchtenden Körpers durch e schneide die Gerade cd im Punkte i und so benenne und bezeichne man die Linie mit gei. Wenn das leuchtende Gestirn nur von einem Punkte, nämlich g, Licht aussendet, so käme bekanntermafsen der Lichtstrahl in nur punktförmiger Ausdehnung nach i. Weil aber alle Teile des Gestirnes leuchten, mufs unzweifelhaft ein Strahl vom Punkte h des Durchmessers des leuchtenden Körpers auch geraden Weges nach e kommen, und er mag in k

Probatio theorematis principalis.

Signetur in pariete, in quo est fenestra, linea ab, in qua punctus e sit in principio fenestre; et signetur in obiecto pariete, in quo recipitur radius, linea cd parallela linee ab; et sit centrum corporis radiosi punctus g, et eius dyameter sit linea fh parallela primis duabus; et linea veniens a centro corporis radiosi per punctum e intersecat lineam cd super punctum i, que linea signetur et vocetur gei. Et est notum, quod radius veniret punctualiter ad punctum i, si corpus radiosum non luceret nisi in quantitate puncti unius, scilicet g; sed quia omnes partes corporis radiosi sunt lucide, non est dubium, quod veniet radius a puncto h in dyametro radiosi ad punctum e recte et finiet in lineam cd in punctum k. Et quia linee gei, hek intersecant se mutuo in puncto e, est notum, quod angulus kei est equalis angulo geh, qui est angulus semidyametri corporis

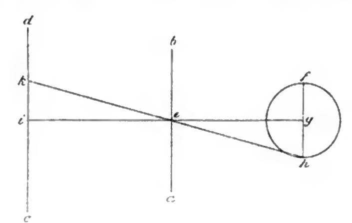


Fig. 1.

auf die Gerade cd auftreffen. Da aber die Linien gei und keh sich im gemeinsamen Punkte e schneiden, so ist bekanntlich Winkel kei gleich geh, und das ist der Winkel des Gestirnhalbmessers am Durchschnittspunkte durchs Fenster. Ganz ebenso kann man dasselbe für jeden beliebigen Punkt des Fensters nachweisen, da der leuchtende Körper an allen Endpunkten sämtlicher auf der unserem Auge Licht spendenden Oberfläche zu ziehen möglichen Durchmesser Strahlen aussendet. Und das gerade wollte ich beweisen.

Hieraus ergiebt sich die Folgerung, dafs durch ein geradlinig begrenztes Fenster eintretende Lichtstrahlen auf einer Gegenwand an den Ecken kein geradlinig begrenztes Abbild liefern werden, denn die Lichtstrahlen verteilen sich überall an den Ecken auf eine breitere Fläche, einzig entsprechend dem Winkel des Gestirnhalbmessers, und nicht weiter. Daher wird das Abbild einer Fensterecke die Form eines Viertelkreises mit der (wahren) Ecke als Mittelpunkt annehmen.[4]) Und das sehen wir bestätigt an durch geradlinig begrenzte Fensteröffnungen eintretendem Sonnen- und Mondlicht.

radiosi in loco fenestre. Et per istam viam demonstraretur hoc idem in qualibet parte fenestre, quia corpus radiosum lucet in quibuslibet extremitatibus omnium dyametrorum possibilium signari in ipso in parte eius, que lucet nostro aspectu. Et hoc est, quod volebam probare.

Ex ista demonstratione est notum, quod, si radius transeat per fenestram factam a lineis rectis, ipse radius non recipitur in obiecto pariete in forma linearum rectarum in partibus angulorum, quia dilatabuntur in qualibet parte cuiuslibet anguli solum in quantitate anguli semidyametri corporis radiosi, et non plus; et veniret radius ad angulum fenestre in forma quarte partis circumferentie circuli, cuius centrum est punctus anguli.[4]) Et hoc videmus ad sensum in radiis, qui veniunt a sole et luna per fenestras lineas rectas habentes.

[4]) Das ist die bekannte Beobachtung, dafs auch das durch eine viereckige, nicht zu grofse Öffnung einfallende Sonnenbild nicht viereckig, sondern rund erscheint. Wie umgekehrt bei Sonnenfinsternissen z. B. die durch die Blätter eines Baumes fallenden Sonnenbilder als sichelförmig sich zeigen.

Da nun kein merkbarer Unterschied in der Gröfse der Sonne zu finden ist, gesehen vom Orte des Fensters, oder derjenigen, gesehen von einer ab im Mittelpunkte der Erde, wenn das möglich wäre, wegen der beschränkten Länge des Erdhalbmessers im Vergleich zu der gewaltigen Sonnenentfernung — man vergleiche darüber das Buch[5]) „Die Kriege Gottes“ — so werden wir auch von hier aus (nämlich der Erdoberfläche, statt des Erdzentrums) einen Vergleich zwischen der Länge des Sonnenhalbmessers und der des Kreises ziehen könen, welchen die Sonne zur Zeit des Versuches aufserhalb ihres Deferens beschreibt. Und das ist ein sehr brauchbares Hilfsmittel für die dort verfolgten Zwecke, weil wir hieraus zu erkennen vermögen, ob die Sonnenbahn excentrisch oder mit der Erde koncentrisch ist, und, bei sich ergebender Excentricität, die Gröfse derselben mefsbar wird.

Item, quia non est differentia sensui manifesta inter quantitatem visam in sole a puncto fenestre et quantitatem, que videtur in eo, ab existente in centro terre, si esset possibile, propter modicam proportionem, quam habet semidyameter terre ad maximam distantiam, que est inter nos et solem, sicut apparebit in libro „Bellorum Dei“,[5]) hinc poterimus habere notitiam proportionis quantitatis dyametri solis ad circulum, quem tempore experientie extra suum deferentem describit. Et hoc valde est utile ad illud, quod in ista inquisitione intendo, quia nobis notum hinc erit, si spera solis est excentrica vel concentrica terre, et, si excentrica, ex hoc quantitatem excentricitatis sciemus.

Ferner wird dadurch während einer Finsternis die Messung der verfinsterten Digiti[6]) ermöglicht, *und je kleiner die Öffnung im Fenster ist, um so genauer wird das Er-*

Item, ex eadem demonstratione, eclipsium tempore, digitorum[6]) eclipsatorum erit quantitas manifesta. *Et quanto fenestre foramina erunt minora, tanto melius ipsa*

[5]) Der „liber Bellorum Dei“ des Levi ben Gerson existiert, wie Steinschneider nachgewiesen hat, ebenfalls noch heute in hebräischer Sprache.

[6]) Der Sonnen- oder Monddurchmesser wird bei Finsternissen bekanntlich in je 12 Teile geteilt, welche lateinisch digiti und deutsch „Zolle“ gegenannt werden. Man spricht also von einer drei-, vier- oder zehnzölligen Finsternis, wenn ebensoviele Teile des Durchmessers durch den vortretenden Körper verdunkelt werden.

gebnis der Messung werden; denn dann hat das Bild auf dem Auffangsschirm die Form einer Mondsichel je nach der Gröfse der Finsternis. Will nun jemand auf diese Weise die Gröfse einer Finsternis messen, so mache er die Öffnung im Fenster rund, und stelle den auffangenden Schirm für die durch besagte Öffnung einfallenden Strahlen so auf, dafs die Strahlen senkrecht auf seine Oberfläche auffallen, wie sich bei Anwendung des Instrumentes, das ich zu diesem Zwecke zusammengestellt habe, im spätern zeigen wird.[7]) Dann suche man den gröfseren und kleineren Durchmesser des Bildes auf dem erwähnten Auffangsschirm, und ziehe von jedem derselben den Unterschied des Durchmessers des auf dem Schirme aufgefangenen Bildes vom Lochdurchmesser ab.[8]) Der jedesmalige Rest ist der gröfsere oder kleinere zur Zeit der Verfinsterung an der Sonne erscheinende Durchmesser. Und es verhält sich der Durchmesser des nicht verfinsterten Körpers zu

quantitas cognoscatur, quia tunc venient radii in obiectum parietem in forma lune cornute secundum quantitatem eclipsis. Et si quis voluerit hinc scientiam quantitatis eclipsate corporis radiosi, fiat foramen fenestre rotundum, et tabula obiecta, in qua recipietur radius transiens per dictum foramen, ponetur taliter, quod radius transiens perpendiculariter cadat in superficiem tabule, sicut ex instrumento, quod ordinavi pro hoc opere, in sequentibus erit notum.[7]) Post hoc queretur maior dyameter et minor radii recepti in predicta superficie obiecta foramini, et de qualibet dyametrorum dictarum auferetur differentia dyametri radii recepti in dicta superficie ad dyametrum foraminis,[8]) et residuum cuiuslibet erit maior et minor dyameter visa in sole tempore eclipsis. Et qualem proportionem habet minor dyameter ad maiorem, talem habet dyameter corporis non eclipsati ad totam dyametrum eiusdem corporis radiosi.

[7]) Es ist dieses Instrument der in seiner ursprünglichen Form etwas abgeänderte Jacobstab. Diese Form desselben wird im 5. Kapitel des ganzen Werkes auseinandergesetzt. Hier ist das Loch, durch welches die Sonnenstrahlen eintreten, eine ganz feine Öffnung, und dürfte dadurch dasjenige, was wir in Anmerkung 2 gesagt haben, von neuem Bestätigung erhalten.

[8]) Das dürfte so aufzufassen sein. Wenn die Form der Finsternis so aussieht, und man zieht noch ab, deren Halbierungspunkt c sei, so ist cd der kleine, ce der grofse Halbmesser. Da nach dem Beweise aber die Figur im Verhältnis des Lochhalbmessers vergröfsert wird, so mufs dieser von dem gemessenen grofsen und kleinen Halbmesser abgezogen werden, um die wirklichen Mafse derselben zu erhalten.

Fig. 2.

dem ganzen Durchmesser desselben, wie der kleinere Durchmesser zum gröfseren.

Weiter folgt daraus, dafs, wenn die Verfinsterung sich an der einen Seite des leuchtenden Körpers zeigt, die Ausbuchtung sich auf der entgegengesetzten Seite des Bildes auf dem Schirme befindet. Ist doch aus dem vorhergehenden Beweise klar, dafs die untere Hälfte des Gestirnes dem obern Teile des Bildes Licht zusendet, und immer die entgegengesetzte Gestirnseite die entgegengesetzte Stelle des Bildes entstehen läfst.[9])

Item, ex eadem demonstratione apparet, quod, si eclipsis est ex una parte corporis radiosi, defectus ostendatur in radio recepto in obiecto parieti in parte opposita, quia ex dicta demonstratione est notum, quod pars inferior corporis radiosi illuminat partem superiorem obiecti parietis, et semper opposita facit oppositam crescere.[9])

Dafs in dem Vorhergehenden das Prinzip der Dunkelkammer in ihrer einfachsten Art enthalten ist, dürfte einleuchten. Die Benutzung derselben zur Beobachtung der Sonnen- und Mondfinsternisse ist durch das Mitgeteilte ebenfalls festgestellt. Da die „Histoire“ von Libri wohl kaum im Kreise der Leser dieser Zeitschrift weit verbreitet sein dürfte, so will ich noch kurz über das berichten, was dieser zur Vorgeschichte unseres Apparates anführt. Die älteste Erwähnung findet Libri in dem Buche: Vitruvio de Architectura libri decem, traducti de latino in vulgare commentati etc. (da Caesare Caesarino), Como, 1521, 2⁰. Blatt XXIII. Daselbst heifst es:

Und hier berührt Vitruvius eine sehr schöne Eigenschaft der Optik, welche von dem Benediktinermönche und Baumeister Don Pafnutio untersucht und bestätigt wurde. In einem Brett von vier bis sechs Zoll Gröfse höhle man vermittelst der Drehbank eine kreisförmige Vertiefung

Et perho Vitruvio quivi excellentemente tange una pulcherima ratione del optica, quale fu experta et verificata dal Monastico Architecto Don Papnutio de Sancto Benedicto: Si concavo al torno farai un circulo in qualche assicula di quantitate di uncie quatro vel sei, il concavo uncie due vel

[9]) Man vergleiche zu dieser Bemerkung die obige Figur, wo der von h, dem untersten Punkte des Halbmessers des leuchtenden Körpers, kommende Strahl, auf dem Schirme in k, das heifst oberhalb der Senkrechten gei, auftrifft.

aus von etwa zwei Zoll Durchmesser. Diese habe in ihrem Mittelpunkte eine ganz kleine Öffnung, welche auch scopos genannt wird, und befestige dann dieses Brett in einem Flügel oder Laden eines so geschlossenen Fensters, dafs kein anderes Licht durch dasselbe eintreten kann. Man stelle dann ein Stück weifses Papier oder einen sonstigen Gegenstand so auf, dafs sie auf sich das auffangen, was sich durch das mit Absicht gemachte Loch darstellt. Man wird dann dort alles, was auf Erden oder am Himmel in der Sehpyramide des Loches sich befindet, ebenso gefärbt und gebildet erblicken.

circa: et questo habia nel centro del concavo uno parvo et brevissimo spectaculo seu foramine, quod scopos etiam dicitur: el imfixo concordantemente in una valva seu anta di qualche fenestre clause per tal modo in lo loco, dove sei non possa introire altra luce: et habi uno pocho di biancho papero vel altra cosa, che recepia suso quello, che si rapresentara da epso foramine facto con diligentia, vederai ogni cose quanto a la piramide di epso in sino in tutta la terra et coelo sono contenute, così colorate, et affigurate.

Wann Don Pafnutio seine Versuche gemacht hat, ist nicht sicher festzustellen, nur das sie jedenfalls vor 1521 fallen, dem Druckjahre des Werkes, in welchem sie erwähnt werden. Da der zweite Konkurrent für die Erfindung der Dunkelkammer, der berühmte Lionardo da Vinci, schon 1519 starb, so ist nicht ausgeschlossen, dafs seine Darstellung in dem mit D bezeichneten Tagebuche desselben, Blatt 8, zeitlich mit der des Don Pafnutio zusammenfällt, vielleicht ihr auch vorausgeht. Libri läfst die Thatsache ebenfalls unentschieden. Das, was bei Lionardo über die Dunkelkammer gesagt ist, lautet folgendermafsen:

In welcher Weise die Species der Gegenstände, welche das Auge empfängt, sich innerhalb des Glaskörpers (humor albugineus) schneiden.

Ein Versuch, welcher zeigt, in welcher Weise die Gegenstände ihre Species[10]) oder Abbilder zum

Come s'intersegano le spetie delli obbietti ricevuti dall' occhio dentro all' umore albugino.

La sperienza, che mostra come li obbietti mandino le loro spetie[10]) ovvero similitudini intersegate

[10]) Es ist bekannt, dafs man in alten Zeiten annahm, von den gesehenen Gegenständen lösten sich fortdauernd Abbilder ab und kämen durch die Pupille in das Auge. Diese Abbilder nannte man die Species der Gegenstände. Der bedeutende Fortschritt in der Bemerkung Lionardos im Vergleich zu Don

Zusammentreffen im Innern des Auges, im sogenannten Glaskörper, bringen, wird folgendermafsen dargelegt. Sobald durch irgend eine kleine runde Öffnung die Abbilder der beleuchteten Gegenstände in ein sehr dunkeles Zimmer eintreten, und man dann diese Abbilder innerhalb dieses Zimmers auf einem weifsen Blatt Papier auffängt, das in die Nähe der Öffnung gebracht ist, so wird man alle vorgenannten Gegenstände auf dem Blatte erblicken mit ihrer wirklichen Gestalt und ihren Farben, aber sie werden kleiner und umgekehrt sein wegen der besprochenen Durchschneidung.[11]) Wenn diese Bilder von einem Orte ausgehen, der von der Sonne beschienen wird, so erscheinen sie vorzugsweise scharf abgegrenzt auf dem Papiere, das so dünn als möglich sein mufs und von der Rückseite anzusehen. Die genannte Öffnung aber werde in einer sehr dünnen Eisenplatte gemacht.

dentro all' occhio nello omore albugino, si dimostra, quando per alchuno picholo spirachulo rotondo penetreranno le spetie delli obbietti alluminati in abitatione forte oscura, allora tu riceverai tale spetie nuna carta biancha posta dentro a tale abitatione alquanto vicina a esso spiraculo, e vedrai tutti li predetti obbietti in essa carta colle lor proprie figure e colori, ma saran minori e fieno sottosopra per chausa della detta interseghatione[11]); li quali simulacri se et v'usciranno del locho alluminato del sole paran propio dipenti in essa carte, la qual vol essere sottilissima e veduta da rivescio, e lo spirachulo detto sie fatta in piastra sottilissima di ferro.

Erst vom Jahre 1558 wissen wir wieder von Bemerkungen über die Dunkelkammer. Es ist Giovanni Battista Porta, der in seiner Magia naturalis, Napoli 1558, zuerst wieder auf sie aufmerksam macht. In dieser früheren Auflage seines Werkes bespricht er die Dunkelkammer ähnlich wie Lionardo, in den späteren Ausgaben dagegen, zuerst in der Napoli 1589, versieht er die Öffnung mit einer

Pafnutio liegt darin, dafs Lionardo unser Auge als eine natürliche Camera obscura erkennt, und durch den Versuch zeigen will, welche Vorgänge im Auge statthaben. Man vergleiche hierzu die Abhandlung von W. Elsässer: „Die Funktion des Auges bei Leonardo da Vinci“ (Zeitschr. für Math. u. Phys. 45. litt. Abt. 1—6).

[11]) Diese Bemerkung deckt sich mit dem obigem Beweise Levi ben Gersons. Auf dieses Umkehren der Gegenstände macht Don Pafnutio nicht aufmerksam.

Sammellinse, wodurch die Erscheinungen deutlicher würden und man alles genau wie in der Natur zu sehen bekäme. Damit war die Camera obscura in unserer jetzigen Form gegeben. Es heifst da bei ihm:

Nun will ich aber mitteilen, was ich bisher verschwieg und glaubte verschweigen zu müssen. Wenn man eine Glaslinse in die Öffnung einfügt, so wird man alles deutlicher sehen, die Gesichter der lustwandelnden Menschen, die Farben, Kleider, Handlungen, und alles, als wenn man es von nahem ansähe. Man wird es mit so grofser Freude beobachten, dafs die, welche es erblicken, sich nie genug darüber verwundern können.

Nunc autem enuntiabo, quod adhuc semper tacui tacuendumque putavi. Si crystallinam lentem foramini appones, iamiam omnia clariora cernes, vultus hominum deambulantium, colores, vestes, actus et omnia, ac si proprius spectares, videbis tam maxima incunditate, ut qui viderunt, nec umquam satis mirari possint.

Da das letzte Kapitel Portas die Anwendung der Dunkelkammer behandelt, welche Levi ben Gerson mit derselben durchgeführt hat, so will ich auch diesen Abschnitt hier noch mitteilen zum Vergleiche mit jenem.

Wie man eine Sonnenfinsternis beobachten kann.

Endlich will ich hier hinzufügen, auf welche Weise eine Sonnenfinsternis deutlich abgebildet werden kann. Bei einer Sonnenfinsternis schliefse man die Fenster des Zimmers und stelle der Öffnung gegenüber einen Papierschirm auf, dann wird man die Sonne sehen, sie wird von dem Hohlspiegel auf den Papierschirm zurückprallen. Dann beschreibe man den Umkreis derselben, und zwar am Anfange, in der Mitte und am Ende der Finsternis. Dadurch kann man, ohne die Augen zu verletzen, die Zolle der Sonnenverfinsterung aufzeichnen.

Quomodo solis eclipsis videri possit.

Nunc apponere decrevi modum, quo solis eclipsis clare notari possit. In solis eclipsi claude cubiculi fenestras atque oppones foramini papyrum, et videbis solem, speculo concavo in opositum papyrum resiliat. Et circulum suae rotunditatis describas, sic initio, medio et fine facies. Unde sine visus laesione diametri puncta solis defectus notabis.

Man sieht, dafs hier genau das gelehrt wird, was zwei und ein halbes Jahrhundert früher Levi ben Gerson angegeben hatte, nur dafs die Anweisung Levis genauer ist als diejenige Portas.

Damit ist die Vorgeschichte der Dunkelkammer erschöpft. Ihre weitere Vervollkommnung, ihre Benutzung bei der Photographie u. s. w. darzustellen, liegt aufser meiner Absicht. Ich wollte eben nur zeigen, dafs schon das 14. Jahrhundert den Anspruch erheben kann, die ersten Keime des wichtigen Instrumentes gelegt zu haben.





Ein neues Metallthermometer, das bei mehreren Luftfahrten zur Ermittelung der Temperatur mit gutem Erfolge verwendet worden ist, beschreibt Hergesell in der Meteorologischen Zeitschrift (1900 I). Der Hauptteil dieses Lamellenthermometers ist ein dünner Neusilberstreifen (250 mm lang, 9 mm breit, 0,1 mm dick). Er ist in einen Block aus Nickelstahl gespannt, dessen Ausdehnung durch die Wärme vernachlässigt werden kann, und überträgt seine Längenausdehnung auf eine Schreibfeder, die auf einem in zwei Stunden sich ganz herumdrehenden Cylinder schreibt. Bei der Vergleichung mit einem Richardschen Bourdonthermometer ergab sich, dafs das Lamellenthermometer einen Sturz von 22^0 auf 0^0 in 0,2 Minuten verzeichnet, während das Bourdouth in 10 Minuten noch nicht damit zu Ende ist.

Wenn bei der Erwärmung (das Thermometer kam aus dem Freien ins Zimmer, dann in den Strom der Luftheizung) sich eine (wenn auch mit blofsem Auge nicht bemerkbare) Wasserhaut bildete, so vergingen Minuten, bis das Thermometer von 10^0 auf 20^0 kam, sobald aber der Strom der Heizungsluft diese Wasserhaut wegnahm, stand er im Augenblick auf 28^0. Die Trägheit der Instrumente ist so gering, dafs sie vernachlässigt werden kann, zumal, wenn es ventiliert wird, was von anderen Thermometern nicht gilt.



Man sieht, dafs hier genau das gelehrt wird, was zwei
ein halbes Jahrhundert früher Levi ben Gerson angegeben
nur dafs die Anweisung Levis genauer ist als diejenige P

Damit ist die Vorgeschichte der Dunkelkammer ers
weitere Vervollkommnung, ihre Benutzung bei der Photo
darzustellen, liegt aufser meiner Absicht. Ich wollt
dafs schon das 14. Jahrhundert den Anspruch
ersten Keime des wichtigen Instrumentes gele

ise
sich
Ophi-
gasus;
Mitter-
Walfisch
r. Bootes
ar, letztere
folgende für

				− 6°	47')
				+ 37	13
				+ 24	14
		10	3	+ 12	27
	r.)	10	36	− 1	13
	(5. Gr.)	11	0	+ 7	52
ξ Hydrae	(4. Gr.)	11	28	− 31	19
ο Virginis	(4. Gr.)	12	0	+ 9	17
δ Corvi	(2. Gr.)	12	25	− 15	58

Helle veränderliche **Sterne**, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor *und nach Mitternacht* beobachtet werden können, sind:

ε *Aurigae*	(3.—4. Gr.)	(AR. 4h	55m,	D. + 43°	41')	irregulär
δ *Orionis*	(2.—3. „)	5	27	− 0	22	„
η *Geminor.*	(3.—4. „)	6	9	+ 22	32	Periode 229 Tage
R Canis maj.	(6.—7. „)	7	15	− 16	12	Algoltypus
R Leonis	(5.—10. „)	9	42	+ 11	53	Periode 313 Tage
U Hydrae	(4.—5. „)	10	33	− 12	52	irregulär
δ *Librae*	(5.—6. „)	14	56	− 8	7	Algoltypus
U Coronae	(7.—9. „)	15	14	+ 32	1	„

Die **Planeten.** Merkur, im Wassermann, kommt am 19. Februar ins *Perihel* und ist in der zweiten Hälfte des Februar längere Zeit nach Sonnenuntergang sichtbar. Mitte März findet man ihn eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel, nur $2^1/_2$ Grad nördlich von Venus. — Venus ist anfänglich Morgenstern (eine Stunde vor der Sonne aufgehend), später geht sie nahe gleichzeitig mit der Sonne auf und Ende März etwa $^3/_4$ Stunden vor der Sonne unter; sie geht vom Steinbock durch den Wassermann. — Mars steht im Löwen in der Nähe des Regulus und befindet sich am 22. Februar in Opposition mit der Sonne. Er ist im Februar seit 6—7h abends sichtbar, geht aber immer zeitiger auf, Anfang März bald nach 4h, Ende März bleibt er noch bis gegen 5h morgens am Himmel. — Jupiter und Saturn befinden sich beide im Schützen und gehen miteinander auf und unter; sie sind nur in den Morgenstunden sichtbar, Anfang Februar von 6h ab, Anfang März von $^1/_2$5h ab, Ende März von $^1/_2$3h morgens. — Uranus, ebenfalls am Tage untergehend, im Ophiuchus, ist Morgenstern: im Februar zwischen 3—4h, im

März zwischen 1—3h morgens aufgehend. — Neptun steht bei ζ Tauri und ist vom Einbruch der Dunkelheit ab sichtbar bis in die Morgenstunden, Anfang März bis nach 3h morgens, Ende März bis nach 1h.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
März	κ Cancri	(5. Gr.)	11h	56m	abends	1h	9m	morgens
„	1 Tauri	(5. „)	7	42	„	8	43	abends
	χ^4 Orionis	(5. „)	6	11	„	6	47	„

Berliner Zeit.

3. Febr.	Aufg.	5h	8m	nachm.	Unterg.	7h	25m	morgens
11. „	„	0	57	morg.	„	9	55	„
19. „		—				—		
·5. „	„	9	46	vormitt.	„	1	4	morgens
März	„	6	21	abends	„	6	29	„
„	„	1	42	morg.	„	9	55	„
„		—				—		
	„	10	31	vormitt.	„	1	53	morgens

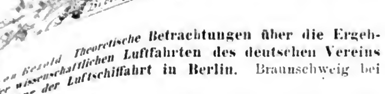
·ebruar, 21. März.
. ·bruar, 9. März.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag.			Zeitgleichung.		Sonnenaufg. f. Berlin.		Sonnenunterg. f. Berlin.	
1. Februar	20h	43m	50.5s	+ 13m	45.2s	7h	45m	4h	43m
8. „	21	11	26.4	+ 14	22.9	7	33	4	56
15. „	21	39	2.3	+ 14	22.2	7	20	5	10
22. „	22	6	38.1	+ 13	46.3	7	6	5	23
1. März	22	34	14.0	+ 12	38.9	6	50	5	36
8. „	23	1	49.9	+ 11	5.5	6	34	5	49
15. „	23	29	25.7	+ 9	13.8	6	18	6	1
22. „	23	57	1.6	+ 7	10.8	6	2	6	14
29. „	0	24	37.5	+ 5	2.5	5	45	6	26



Man sieht, dafs hier genau das gele…
ein halbes Jahrhundert früher Levi …
nur dafs die Anweisung Levis …

Damit ist die Vorges…
weitere Vervollkomm…
darzustellen, liegt …
dafs schon da…
ersten Keime …



…elm von Bezold. Theoretische Betrachtungen über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftfahrten des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. Braunschweig bei Vieweg & Sohn.

Die Untersuchungen des Verfassers bilden das Schlufskapitel des grofsen Ballonwerkes obengenannten Vereins, um dessen Herausgabe sich die Herren Assmann und Berson im besonderen verdient gemacht haben. Sämtliche (3) Bände des umfassenden Berichtes, der dem deutschen Kaiser, als dem Helfer und Förderer des Vereins, zugeeignet ist, sind nunmehr erschienen, und wir wollen es nicht unterlassen, an dieser Stelle besonders auf die Bedeutung und den Wert desselben hinzuweisen. Das Werk enthält die Zusammenstellung von im ganzen 75 wissenschaftlichen Luftfahrten, welche der Verein in den Jahren 1888—1899 von Berlin aus ausführte. Durch sie war die Wissenschaft endlich in den Stand gesetzt, die durch Glaisher gewonnenen ersten Resultate, welche sich in der Hauptsache auf die Abnahme der Luftwärme mit der Höhe, auf Taupunkts- und Feuchtigkeitsbeobachtungen, Schall-Geschwindigkeit und Intensität, physiologische Beobachtungen u. s. w. bezogen und zum Teil mit den Sätzen der mechanischen Wärmetheorie in unvereinbaren Widerspruch traten, nachzuprüfen. Glaisher führte seine Fahrten von 1862—1866 von Wolverhampton, vom Krystallpalast und Windsor aus, mit relativ recht ungenauen Instrumenten. Die Assmannschen Aspirationsapparate der neuesten Berliner Auffahrten konnten den Einklang der Ergebnisse mit der Wärmetheorie ausreichend nachweisen.

Ein Stab von hervorragenden Praktikern und wissenschaftlichen Beobachtern stand den schon genannten beiden Gelehrten zur Seite. So O. Baschin, R. Börnstein, V. Kremser. Hauptmann Grofs schildert das technische Material, sowie in Gemeinschaft mit anderen Beobachtern die Fahrten der letzten Jahre farbenreich und anschaulich, auch stellt er sein aquarellistisches Können nicht ohne künstlerisches Geschick in den Dienst einer lebhaften Anschaulichkeit. Als Bearbeiter der Kapitel: Lufttemperatur, Verteilung des Wasserdampfes, Wolkenbildung, Luftelektrizität u. s. w. finden wir A. Berson, R. Süring u. Börnstein.

Das in dem Gesamtwerke zusammengetragene Material sichtet und kritisiert W. von Bezold in knapper und klarer Form, unsere Kenntnis von der Verteilung der metereologischen Elemente in verschiedenen Höhen hiermit kräftigend und erweiternd. Das bedeutende Werk, welches auch vortrefflich ausgestattet und illustriert ist, wird nicht nur in den Kreisen der Fachgelehrten, sondern auch in denen der gebildeten Laien Beachtung fordern und finden.

B. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Die modernen Methoden zur Erforschung der Atmosphäre mittels des Luftballons und Drachen.

Von Prof. Richard Afsmann in Berlin.

Die Lufthülle, welche unseren Planeten wie ein schützender Mantel umgiebt, ist nicht nur die unerläfsliche Vorbedingung alles organischen Lebens, sondern sie übt auch in ihren wechselnden Zuständen einen mächtigen Einflufs aus auf alles, was sich auf der Oberfläche unserer Erde befindet. Es kann daher nicht wunder nehmen, dafs man ihr schon in alter Zeit Aufmerksamkeit schenkte, ohne jedoch systematische Beobachtungen anzustellen, zumal die erforderlichen Mefs - Instrumente für solche noch fehlten. Und nachdem diese in der Mitte des 17. Jahrhunderts erfunden waren, wandte sich die Forschung naturgemäfs zuerst dem Nächstliegenden zu, und die Meteorologie, d. i. die Lehre von den Erscheinungen der Luft, beschränkte sich bis zum Ende des 18. Jahrhunderts ausschliefslich auf die Beobachtung der Vorgänge, die sich in der untersten Luftschicht abspielten.

Zwar hatte schon Périer im Auftrage Pascals im Jahre 1647 durch eine Besteigung des Puy de Dôme den Beweis erbracht, dafs Torricelli recht hatte, wenn er auf Grund der Eigenschaften des von ihm erfundenen Barometers die Luft für einen „schweren Körper" erklärte, aber erst 140 Jahre später beschritt Saussure den Weg einer methodischen Forschung in den höheren Atmosphärenschichten, als er im Jahre 1787 seine berühmte Ersteigung des Montblanc zur Ausführung brachte.

Fast gleichzeitig, d. h. im Jahre 1783, war durch Montgolfier und Charles der Luftballon erfunden und sofort als ein neues und wichtiges Hilfsmittel erkannt worden, um mühelos die Regionen zu

erforschen, welche Saussure auf gefährlichem Pfade zu erreichen strebte. Charles selbst war der erste, der meteorologische Beobachtungen im Luftballon anstellte: am 1. Dezember 1783 las er am Barometer den Wert von 5008 mm am Thermometer — 8,8° ab und berechnete daraus die von ihm erreichte Höhe auf 3467 m.

Hieraus nahm der berühmte Lavoisier Anlafs, um schon im nächsten Jahre ein Programm für wissenschaftliche Luftfahrten zu entwerfen, das noch heute seine Gültigkeit besitzt.

Die erste, ausschliefslich wissenschaftlichen Zwecken dienende Luftfahrt wurde indes nicht von einem Franzosen, sondern von einem jungen amerikanischen Arzte aus Boston, Dr. John Jeffries, ausgeführt, der am 29. November 1784 mit dem französischen Luftschiffer Blanchard in London aufstieg, wobei eine Höhe von 2740 m und eine Temperatur von — 1,9° erreicht wurde, während unten eine solche von 10,6° herrschte.

Am 7. Januar 1785 überflogen dieselben beiden Luftschiffer den englischen Kanal, ein Ereignis, das durch eine Gedenksäule verewigt wurde, welche man ihnen bei Guines errichtete.

Robertson in Hamburg, Gay-Lussac und Biot sowie Barral und Bixio in Paris führten bei ihren wissenschaftlichen Ballonfahrten in der bisher üblichen Weise ihre Beobachtungen aus: alle Instrumente wurden im Korbe des Ballons so angebracht, dafs sie von dem sitzenden oder stehenden Beobachter möglichst bequem abgelesen werden konnten. Gay-Lussac hatte zwar die Beobachtung gemacht, dafs die Sonnenstrahlung sein Thermometer stark beeinflufste, und deshalb bei seiner ersten Fahrt (am 24. August 1804) ein „zusammengelegtes Schnupftuch" als Strahlungsschirm benutzt, bei seiner zweiten Fahrt (16. September) aber zwei konzentrische, mit Goldpapier überzogene Pappcylinder zu demselben Zwecke verwandt, aber niemand machte den Versuch, die Gröfse des hierdurch erzeugten Fehlers zu ermitteln.

Erst John Welsh, der im Jahre 1852 vier Luftfahrten nach einem strengen Programm unternahm, that den ersten Schritt, um die Temperaturbeobachtungen, die stets den wichtigsten Teil der Aufgabe darstellen, von den möglichen Fehlern zu befreien: er erfand und konstruierte ein Instrument, das denselben Grundgedanken hatte, wie das moderne „Aspirations-Psychrometer", indem er eine künstliche Ventilation an die Stelle der im freifliegenden Ballon nahezu gänzlich fehlenden natürlichen setzte und einen Teil der Wärmestrahlung durch einen hochpolierten Metallschirm reflektieren liefs.

Leider versäumte er und nach ihm James Glaisher eine genauere experimentelle Prüfung dieses ausgezeichneten Apparates, die ihm hätte zeigen müssen, dafs der gewünschte Effekt nur dann eintreten kann, wenn auch jede andere künstliche Wärmequelle von ihm ferngehalten wird: so aber stellte er seinen Apparat im Korbe oder doch nahe von dessen Wand auf und mafs die Temperatur der von diesem oder den Insassen beeinflufsten Luft statt derjenigen, welche die umgebende Luft besitzt.

Glaishers Aufstellung seiner Instrumente auf einem quer über den Korb gelegten Brette, unter denen sich auch das Aspirated-Thermometer befand, mufste notwendigerweise alle Thermometer und Hygrometerstände in unkontrollierbarer Weise erhöhen. So kam es, dafs die bei seinen ersten Fahrten vorgenommenen Vergleichungen zwischen der gewöhnlichen Thermometer-Aufstellung und dem neuen Apparat einen Vorzug des letzteren nicht erkennen liefsen, was dazu führte, die neue Methode fallen zu lassen. Als Glaisher aber später die Vorteile einer Anbringung des Thermometers aufserhalb des Korbes erkannte, benutzte er hierzu nur die gewöhnlichen, ungeschützten Instrumente. Es ist als ein beklagenswertes Verhängnis zu betrachten, dafs weder Welsh noch Glaisher den Wert des neuen Instruments erfafst haben, das 35 Jahre später eine neue Ära der wissenschaftlichen Luftschiffahrt eröffnet und den schmerzlichen, aber unzweifelhaften Beweis geliefert hat, dafs die mit so viel Kühnheit und Sorgfalt ausgeführten langen Beobachtungsreihen der beiden grofsen englischen Forscher in Bezug auf den wichtigsten meteorologischen Faktor, die Lufttemperatur, so gut wie wertlos sind!

Das vom Verfasser im Jahre 1887 neu erfundene Aspirations-Thermometer hat den Zweck, den Einflufs der Sonnenstrahlung unter allen Verhältnissen so weit von dem Thermometer fernzuhalten, dafs die gemessenen Werte den wahren Lufttemperaturen entsprechen. Dies wird dadurch erreicht, dafs man das cylindrische, möglichst kleine Gefäfs eines Thermometers mit zwei dünnwandigen, vernickelten und hochglanzpolierten Metallrohren umgiebt, die sowohl von einander, wie von dem Thermometer selbst „thermisch isoliert“ sind, so dafs keine Leitung von Wärme zwischen ihnen stattfinden kann. Ein beträchtlicher Teil der das äufsere Hüllrohr treffenden Wärmestrahlen wird von dessen spiegelnder Oberfläche zurückgeworfen, so dafs es sich nur noch um wenige Grade über die Lufttemperatur erwärmt und demnach selbst nur eine schwache Wärmestrahlung auf das innere Hüllrohr abgiebt. Zwischen diesen beiden und im Hohlraume

des inneren Rohres, in welchem das Thermometergefäfs steckt, wird aber ein starker künstlicher Luftstrom von etwa 2 bis 3 m p. sec. Geschwindigkeit hindurchgeführt, der vollkommen hinreicht, um den Rest von zugestrahlter Wärme fortzuschwemmen, den das Innenrohr von dem Aufsenrohre noch erhält, so dafs infolge der „massenhaften Lufterneuerung" das Innenrohr selbst schon die Lufttemperatur annimmt und nun keine Wärmestrahlung auf das Thermometergefäfs mehr ausüben kann.

Die Luftbewegung wird durch ein in schnelle Umdrehung gesetztes Paar Metallscheiben, ähnlich dem bekannten „Exhaustor", mittels eines einfachen Laufwerkes erzeugt.

Die mit diesem Instrumente auf dem Gipfel des Säntis in 2500 m Höhe ausgeführten Experimente liefsen erkennen, dafs es in der That selbst die aufserordentliche Strahlungs-Intensität der höheren Luftschichten vollkommen wirkungslos machte und demnach geeignet sei, auch im Luftballon korrekte Werte der wahren Lufttemperatur zu liefern. Allerdings ist hier die Schwierigkeit noch erheblich gröfser als auf einem mehr oder weniger windigen Bergesgipfel, denn der Luftballon bewegt sich selbst mit der Geschwindigkeit des Windes fort und in seinem Korbe herrscht volle Windstille. Die Thermometer entbehren also hier jeder natürlichen Ventilation, wenn der Ballon weder fällt noch steigt, und die Sonnenstrahlung tritt in ihre volle Wirkung.

Die bisher nur schüchtern ausgesprochenen Zweifel an der Korrektheit der Temperatur-Beobachtungen Glaishers, welche aus der Anwendung der Gesetze der mechanischen Wärmetheorie auf meteorologische Vorgänge entsprangen, gewannen durch die Erfahrungen mit dem neuen Aspirationsthermometer erheblich an Berechtigung und wurden somit zur direkten Veranlassung einer methodischen Nachprüfung. Zunächst fanden Vorversuche mit dem neuen, noch recht unhandlichen Apparate durch die Leutnants Moedebeck und Grofs von der Luftschiffer-Abteilung statt, im Juni 1888 veranstaltete von Sigsfeld mit dem Meteorologen Kremser eine methodische Prüfung, die befriedigend ausfiel. Danach wurden im Jahre 1890 mit Unterstützung der Kgl. Akademie der Wissenschaften, sowie mehrerer Freunde der Luftschiffahrt weitere Experimente mit einem kleinen kugelförmigen seidenen Fesselballon von 130 cbm Inhalt angestellt, der zum Emporheben eines mit einer Aspirationsvorrichtung versehenen Apparates diente; an einem von dem unvergefslichen Werner von Siemens geschenkten Stahldrahtkabel von grofser Festigkeit

und geringem Gewicht — es bestand aus Wolframstahldraht, hatte eine isolierte „Kupferseele", eine Bruchfestigkeit von 500 kg und wog nur 16 kg bei 800 m Länge — konnten Aufstiege bis zu 800 m Höhe ausgeführt werden, bei denen der Druck, die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft nach einer wesentlich verbesserten Methode aufgezeichnet wurden, während eine kleine elektrische Batterie zur Bewegung des Aspirators diente. Die hierdurch gewonnenen Ergebnisse lieferten zwar ein recht wertvolles Material, liefsen aber auch erkennen, dafs der gewöhnliche gefesselte Ballon ein nur im engsten Kreise brauchbares Vehikel ist, das allein bei fast vollkommener Luftruhe nennenswerte Höhen zu erreichen gestattet und damit der Untersuchungsmethode eine unliebsame Einseitigkeit verleiht, die jede Verallgemeinerung der Resultate ausschliefst.

Im Jahre 1891 fand sich abermals ein Freund der Sache zu einem erheblichen Opfer bereit: Herr Curt Killisch von Horn in Berlin beschaffte einen Ballon von 1200 cbm Inhalt und stellte ihn zu wissenschaftlichen Fahrten zur Verfügung.

Am 30. Januar 1891 stieg der Verfasser mit dem Eigentümer des Ballons unter Führung des Leutnants Grofs zu einer ersten Freifahrt auf, wobei das neue, inzwischen unter Mitwirkung von Sigsfelds erheblich verbesserte Aspirations-Psychrometer in einer vom Korbe thunlichst losgelösten Aufstellung beobachtet wurde und Resultate lieferte, die grundsätzliche Verschiedenheiten von den bisher gewonnenen erkennen liefsen. Als auch noch vier weitere, in demselben Jahre ausgeführte Freifahrten Beweise in demselben Sinne brachten, erschien es ausreichend sicher, dafs unsere bisherigen Kenntnisse von der vertikalen Temperaturverteilung eine ganz wesentliche Umgestaltung erfahren würden, wenn man auch eine entsprechende methodische Erforschung der höheren Atmosphärenschichten vornehmen könnte, zu welchen der verhältnismäfsig schwere und kleine Ballon nicht hinaufgebracht werden konnte.

Hierzu war ein Ballon von der Gröfse des von Glaisher benutzten erforderlich, der 2500 cbm Gas fafste und, mit Wasserstoff gefüllt, Höhen bis zu 8000 oder 9000 m zu erreichen gestatten würde. Die Kosten eines solchen Ballons und der mit ihm auszuführenden Aufstiege, die auf etwa 50 000 M. geschätzt wurden, konnten aber nur von einer höheren und mächtigeren Hand gewährt werden; und aus diesem Grunde wagte der Verfasser, unterstützt durch einen aus den namhaftesten Gelehrten zusammengesetzten „Ausschufs zur Veranstaltung wissenschaftlicher Luftfahrten", eine Bitte an Seine Majestät

den Kaiser Wilhelm II. mit dem erfreulichen Erfolge, dafs der stets zur Förderung deutscher Arbeit bereite Monarch aus seinem Dispositionsfonds die erforderlichen Mittel zur Verfügung stellte.

Mit dem hieraus beschafften Ballon „Humboldt" wurde am 1. März 1893 die erste, bis 4356 m Höhe reichende Fahrt unternommen; eine zweite führte bis zu 6105 m Höhe, und man hatte Grund zu hoffen, mit ihm auf 8000 m vordringen zu können. Nach seiner sechsten Fahrt am 26. Mai desselben Jahres ging aber der schöne Ballon infolge einer durch einen elektrischen Funken bei der Landung hervorgerufenen Entzündung des Gases verloren, so dafs ein frühzeitiger Abbruch der Erfolg verheifsenden Experimente unvermeidlich gewesen wäre, wenn nicht abermals der Kaiser die Mittel zur Beschaffung eines neuen, noch gröfseren Ballons von 2650 cbm Inhalt gespendet hätte.

Mit diesem, der den ihm gebührenden Namen „Phönix" erhielt, wurden nun, gröfstenteils unter der Führung des Oberleutnants Grofs, in den nächsten beiden Jahren 22 Fahrten ausgeführt, die eine ganz aufserordentliche Fülle des wertvollsten Beobachtungs-Materials lieferten, das von allen den Fehlern der früheren Experimente frei war.

Die jüngeren Beamten des Kgl. Meteorologischen Instituts, in erster Linie die Herren Berson und Dr. Süring, führten unter den schwierigsten Verhältnissen in exaktester Weise nicht nur die Beobachtungen aus, sondern unternahmen auch bald eigene Auffahrten ohne einen Ballonführer. Grofs und Berson erreichten am 11. Mai 1894 7928 m bei einer Temperatur von — 36,7 °, Berson am 4. Dezember 1894 allein die bisher unerreichte Höhe von 9155 m bei — 47,9 °.

In den nächstfolgenden Jahren wurden teils durch Unterstützung der Luftschifferabteilung, teils mit den dem Deutschen Vereine zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin gehörigen Ballons 37 weitere Fahrten ausgeführt, bei denen am 3. Oktober 1898 Berson und Süring auf 7377 m bei — 21,8 ° und Süring allein am 24. März 1899 auf 7955 m bei — 48,2 ° kamen. Am 15. September 1898 machte Berson an derselben Stelle, wo Glaisher seine meisten Fahrten ausgeführt hatte, im Crystal-Palace bei London, eine Auffahrt auf 8320 m, wo er eine Temperatur von — 34,1 ° fand.

Als nächstliegendes, aber aufserordentlich wichtiges Ergebnis dieser 65 wissenschaftlichen Freifahrten ergab sich die Thatsache, dafs in den gröfseren Höhen stets ganz erheblich tiefere Lufttemperaturen gefunden wurden, als Glaisher sie in gleicher Erhebung ermittelt hatte, wobei die Unterschiede von einer Gröfsenordnung waren,

dafs sie keinesfalls von einer klimatischen Verschiedenheit der höheren Luftschichten über England und Deutschland herrühren konnten. Glaishers tiefste, bei seiner berühmten Hochfahrt am 5. September 1862 in 8031 m Höhe beobachtete Temperatur betrug — 20,6 °, die höchste bei unseren Fahrten jemals in gleicher Höhe abgelesene — 31,4 °; sie wurde am 15. September 1898 von Berson ebenfalls über London an einem der heifsesten Tage beobachtet. Am 11. Mai 1894 aber wurden bei 8000 m Höhe — 35 °, am 4. Dezember desselben Jahres — 39 ° und am 24. März 1899 gar — 48 ° abgelesen! In einer Höhe von 7000 m fand Glaisher bei seinen Fahrten Temperaturen von — 4,2 °, — 7,0 °, — 7,5 °, — 11,0 °, — 16,0 ° und 17,8 ° —, dagegen ergaben in gleicher Höhe die Beobachtungen am Aspirationsthermometer — 19,3 °, — 20,5, — 30,0 °, — 31,6 ° und — 44,0 °. Man erkennt, wie die tiefste Temperatur Glaishers auch hier immer noch um 0,5 ° höher ist als die höchste, um 26,2 ° aber höher als die tiefste aus der neueren Reihe, und seine höchste um 15,2 ° höher als unsere höchste.

Es bedarf keiner weiteren Begründung, dafs derartige Unterschiede grundsätzlicher Natur bei der Ableitung von allgemeinen Gesetzen über die Abnahme der Lufttemperatur in vertikaler Richtung ganz aufserordentlich in das Gewicht fallen.

Die Temperaturabnahme mit der Höhe pflegt man in der Weise darzustellen, dafs man angiebt, um wie viel Grad sich bei einer Erhebung auf 100 oder 1000 m die Temperatur ändert. Folgende Zusammenstellung der aus Glaishers Beobachtungen ermittelten Werte mit denen der neueren Luftfahrten zeigt die charakteristischen Unterschiede zwischen beiden.

Abnahme der Lufttemperatur auf je 1000 m Erhebung:

Höhenschicht (m)	0—1000	1—2000	2—3000	3—4000	4—5000
nach Glaisher. .	7,5	6,5	5,0	4,2	3,8
„ Berson . .	5,0	5,0	5,4	5,3	6,4

Höhenschicht (m)	5—6000	6—7000	7—8000	8—9000
nach Glaisher. .	3,2	3,0	2,0	1.8
„ Berson . .	6,9	6,6	7,0	9,0

Glaisher hatte aus seinen Beobachtungen den Schlufs gezogen, dafs die Abnahme der Lufttemperatur in den untersten Schichten am stärksten sei und eine immer geringere werde, je mehr man sich in die Atmosphäre erhebt, und dafs die von ihm erreichten Höhen schon nicht mehr fern von derjenigen Schicht seien, in der keinerlei weitere Abnahme mehr stattfindet.

Die neueren Fahrten dagegen ergaben, dafs keineswegs in den untersten Schichten die Temperatur am stärksten abnimmt, sondern dafs vielmehr bis zur Höhe von etwa 4000 m die Unterschiede nur geringe sind, oberhalb dieser Grenze aber eine im Betrage erheblich wachsende Abnahme der Temperatur zu finden ist, so weit die Beobachtungen reichen. In den höchsten bisher untersuchten Schichten nähert sich diese Abnahme der sogenannten „adiabatischen", d. h. derjenigen, wie sie nach den Gesetzen der mechanischen Wärmetheorie in einem ohne Zufuhr und Abfuhr von Wärme aufsteigenden Luftstrome herrschen müfste.

Da kein Zweifel darüber besteht, dafs eine derartige Temperaturabnahme nicht in das Unbeschränkte stattfinden kann, wenn man nicht zu dem sonderbaren Schlusse gelangen will, dafs die Temperatur des absoluten Nullpunktes, die man zu — 273° annimmt, schon in Höhe von 30 bis 40 km herrsche, so mufs mit zunehmender Höhe nach einer Schicht konstanter Abnahme eine solche mit allmählich verminderter folgen, in der sich die Temperatur asymptotisch ihrem unteren Grenzwerte nähert, mag derselbe nun der absoluten oder einer höheren Temperatur entsprechen.

Sicherlich lehren aber die neueren Ergebnisse, dafs diese Schicht der verminderten Abnahme, die Glaisher schon erforscht zu haben glaubte, noch ganz erheblich höher liegt und bisher von keiner Ballonfahrt erreicht worden ist.

Aus Glaishers Werten hatten verschiedene Forscher, wie Mendelejew, Hann, Woeikof, die Temperatur der höchsten atmosphärischen Schichten auf — 34 bis — 50° berechnet, während bei unseren Fahrten schon in 8000 bis 9000 m Höhe Temperaturen von — 48° abgelesen und mit unbemannten Registrierballons in den darüber liegenden bis zu 18 000 m reichenden Höhen die Werte von — 50° bis — 80° gefunden worden sind.

Wenn es nach dem oben Gesagten schon als äufserst unwahrscheinlich gelten mufste, dafs die erheblichen Unterschiede, die zwischen den Werten Glaishers und denen der neueren Experimente gefunden wurden, nicht der Methode der Beobachtung oder den in Verwendung genommenen Instrumenten zuzuschreiben wären, sondern thatsächlichen klimatischen Verschiedenheiten der Atmosphäre über dem Insellande England und dem kontinentalen Norddeutschland entsprächen, so mufste es doch recht wünschenswert sein, bei dieser wichtigen Frage an die Stelle von Vermutungen wirkliche vergleichende Versuche zu setzen.

Diesem Bestreben entsprang die Doppelfahrt am 15. September 1898, bei der Herr Berson von der historischen Auffahrtsstelle Glaishers aus, dem Crystal-Palace bei London, an einem aufserordentlich heifsen Tage bis zur Höhe von 8320 m und Herr Dr. Süring von Berlin aus gleichzeitig bis zu 6191 m aufstieg.

Obwohl die Temperatur über Berlin um 10° niedriger lag als über London, differierte doch die Höhe der Nullgrad-Isotherme nur um einige hundert Meter, und in 6000 m Höhe wurde an beiden Orten die nämliche Temperatur — 14° gefunden; in 8320 m Höhe aber beobachtete Berson — 34,1°.

Noch aber fehlte ein direkter Beweis für unsere Annahme, dafs die grofsen Temperaturdifferenzen in der That durch die Verschiedenheit der Instrumente hervorgebracht wurden. Dieser wurde am 3. Oktober 1898 dadurch geliefert, dafs ein genau nach den Angaben Glaishers konstruiertes Thermometer, das von zwei vernickelten und hochglanzpolierten konischen dünnen Messingschirmen umgeben war, in der Weise Glaishers aufgestellt und gleichzeitig mit dem Aspirationsthermometer beobachtet wurde.

Das Ergebnis dieser Vergleichung entsprach durchaus dem erwarteten: in der Höhe von 5000 m, während der Ballon langsam steigt, zeigt Glaishers Instrument + 0,3°, das Aspirationsthermometer — 7,7°, der Unterschied beträgt demnach 8,0°; bei 5500 m + 7,6° und — 9,9°, der Unterschied 17,5°, und bei 5700 m + 7,9° gegen — 12,7°, der Unterschied demnach 20,6°. Als der Ballon weiterhin schneller zu steigen beginnt, werden die Unterschiede zwar kleiner, betragen aber bei 6830 m Höhe noch 14,6°, bei 7090 m 19,1° und bei 7345 m 16,8°; im Mittel von 15 Beobachtungen ist die Differenz 14,8°, ein Wert, der der Wahrheit wohl recht nahekommen dürfte, da zwischen der niedrigsten Temperatur Glaishers, — 20,6°, und der höchsten unserer Fahrten in der gleichen Höhe von 8300 m über England, — 34,1°, ein ganz ähnlicher Unterschied von 14,5° liegt.

Konnte hiernach kein Zweifel mehr darüber aufkommen, dafs Glaishers Beobachtungsmethode den gröfsten Teil der Schuld an den Abweichungen seiner Werte von den unsrigen trägt, so erübrigte es noch, festzustellen, wie weit andere noch im Gebrauch befindliche Instrumente den Anforderungen an korrekte Angaben genügen. Hier kam vornehmlich das von Arago erfundene sogenannte „Schleuderthermometer“, „thermomètre fronde“ von den Franzosen, von den Engländern „sling thermometer“ genannt, in Frage. Es besteht aus einem gewöhnlichen Thermometer mit kleinem cylindrischen Gefäfse, das

mittels einer festen Schnur schnell im Kreise geschwungen und so in energischer Weise ventiliert wird. Es war besonders bei den französischen Luftschiffern wegen seiner Einfachheit und Handlichkeit sehr beliebt, aufserdem aber hatte es sich ein amerikanischer Meteorologe und Luftschiffer, Allen Hazen, zur Aufgabe gemacht, dessen Vorzüge oder mindestens Gleichwertigkeit mit dem Aspirationsthermometer für Ballonbeobachtungen zu erweisen.

Wiederholte und eingehende Vergleichungen in den höheren Luftschichten und bei starker Sonnenstrahlung, besonders über geschlossenen Wolkendecken, haben indes unwiderleglich erwiesen, dafs das Schleuderthermometer selbst bei sorgfältigster Bedienung im Durchschnitt um 4° zu hohe Werte giebt, die gelegentlich bis zu 8° anwachsen. Hiernach können auch die mit diesem Instrument angestellten Beobachtungen als zuverlässig nicht angesehen werden. Bei dem neuerdings von Prof. Schubert konstruierten „geschützten“ Schleuderthermometer ist der Fehler kleiner, doch fehlt noch eine Untersuchung dieses Instrumentes bei Ballonfahrten.

Das Aspirationsthermometer hat sich auf Grund der allerorts angestellten Vergleichungen und Untersuchungen allmählich zu dem allgemein anerkannten und schon seit langem gesuchten Normalinstrument entwickelt, und die internationalen Vorschriften zur Veranstaltung gleichzeitiger Ballonfahrten, die seit der Konferenz im Jahre 1898 in Strafsburg in Geltung sind, erklären den Gebrauch dieses Apparates für alle wissenschaftlichen Luftfahrten für obligatorisch. Es bedarf kaum einer weiteren Ausführung über die Wichtigkeit dieses Beschlusses für die internationale Zusammenarbeit, welcher die bis dahin völlig fehlende Zuverlässigkeit und strenge Vergleichbarkeit der beobachteten Werte bei allen „bemannten“ Fahrten gewährleistet; ja man darf sagen, dafs ohne das Aspirationsthermometer jede zweckentsprechende simultane Arbeit eine Unmöglichkeit hätte bleiben oder zu neuen Täuschungen, mindestens aber zu berechtigten Zweifeln führen müssen.

Für die Ermittelung der Luftfeuchtigkeit existiert leider kein mit derselben Handlichkeit ausgestattetes und sichere Werte garantierendes Instrument. Dem allein in Frage kommenden „Psychrometer“, das aus einem trockenen und einem von Zeit zu Zeit zu befeuchtenden zweiten Thermometer besteht, sind gewisse Schwierigkeiten in der Behandlung und Unsicherheiten seiner Werte eigentümlich, die auch durch seine Ausgestaltung als „Aspirations-Psychrometer“ nur zu einem Teile beseitigt werden können.

Das vom Verfasser für Beobachtungen bei Ballonfahrten konstruierte und neuerdings überall, wo man Wert auf Erreichung der äufsersten Korrektheit der Resultate legt, acceptierte „dreifache Aspirations-Psychrometer" besteht aus drei gleichzeitig und mit gleicher Stärke aspirierten Thermometern, deren zwei durch Umwickelung ihres Gefäfses mit Musselin zur Aufnahme und Verdunstung von Wasser hergerichtet sind. Um die auch hierbei nicht ganz zu vermeidenden Beobachtungslücken auszufüllen, ist ein kleines Haar-Hygrometer an dem Apparate angebracht, dessen mit der Feuchtigkeit der Luft seine Länge änderndes entfettetes Haar durch Unterbringung in dem centralen Luftkanale des Instrumentes den Sonnenstrahlen entzogen und dem künstlich erzeugten Luftstrome ausgesetzt ist.

Der ganze Apparat wird an einem Holzgestell derartig befestigt, dafs er sich 1,6 m vom Ballonkorbe entfernt und etwa in dessen Randhöhe befindet, so dafs der Eintritt von künstlich erwärmter Luft, die nur von dem Korbe her kommen könnte, unmöglich ist. Das Aufwinden des Laufwerks und die Ablesungen erfolgen vom Korbe aus, ohne dafs das Instrument herangezogen wird; ersteres durch einen 2 m langen Schlüssel mit Universalgelenken, letzteres mittels eines Fernrohres, das am Korbrande befestigt ist.

Ohne allen Zweifel ist das von einem geschulten und geschickten Beobachter mittels des genannten Instrumentes bei einer Freifahrt gewonnene Material an Zuverlässigheit und Wert jedem auf anderem Wege erlangten bei weitem überlegen, da eine stete Kontrolle des sicheren Funktionierens, eine schnelle und sachgemäfse Beseitigung von Störungen, eine Heranziehung und Bewertung von begleitenden Umständen allgemeiner Art nur durch die Intelligenz eines lebenden Wesens geschehen kann. Aber auch der beste Beobachter kann ermüden und vielleicht Unwiederbringliches unbeachtet lassen, selbst wenn er, wie James Glaisher am 26. Juni 1863, in 72 Minuten nicht weniger als 751 Ablesungen seiner Instrumente ausführen könnte. Seit langem schon hat man deshalb in der Meteorologie Apparate konstruiert, welche, so lange ein Uhrwerk im Gange bleibt, nimmer ermüden, sondern unablässig den Stand der wichtigsten Instrumente selbstthätig aufzeichnen. Solche „Registrier-Apparate" besitzt die Meteorologie für fast alle einzelnen Elemente in den zweckentsprechendsten Formen, und einige derselben sind sehr wohl geeignet, in der wissenschaftlichen Luftschiffahrt gute Dienste zu leisten.

Für diesen Zweck mufs man indes zwischen solchen Apparaten unterscheiden, die, ohne als selbständiges Beobachtungs-Instrument zu dienen, im wesentlichen zur Ausfüllung der unvermeidlichen Lücken in den Augenbeobachtungen verwandt werden, und solchen, die ohne alle Kontrolle an die Stelle eines Beobachters zu treten bestimmt sind.

Kein Luftschiffer wird heutigen Tages ohne einen Barographen aufsteigen, d. h. einen Apparat, der auf einer von einem Uhrwerk gedrehten Papierfläche den Stand eines Aneroidbarometers laufend aufzeichnet. Die sichtbare Luftdruckkurve giebt dem Ballonführer bei jedem Blick an, ob der Ballon steigt oder fällt, und zeigt ihm angenähert die augenblickliche Höhe, in der er sich befindet. Für wissenschaftliche Zwecke aber genügt die Barographenkurve im allgemeinen nicht ganz, und man wird, wenn irgend möglich, ein entsprechend konstruiertes Quecksilberbarometer von Zeit zu Zeit ablesen, um die unsicheren Angaben des Aneroid-Instrumentes zu kontrollieren. Wegen der bei einem schnell seine Höhe ändernden Ballon eintretenden Beschleunigung der Schwere darf dies indes nur dann geschehen, wenn keine oder wenigstens keine schnelle Höhenänderung erfolgt, was wiederum nur mittels des Barographen erkannt werden kann. So arbeiten sich diese beiden Instrumente in zweckmäfsigster Weise gegenseitig in die Hände.

Wesentlich anders und erheblich ungünstiger liegen die Verhältnisse mit der Registrierung der Lufttemperatur, obwohl gerade deren Ermittelung der wichtigste Teil des Programms einer wissenschaftlichen Luftfahrt ist und auch im Aspirationsthermometer ein besonders zuverlässiges Instrument zur Verfügung steht. Die Schwierigkeit, ein Aspirationsthermometer zum Registrierapparat zu machen, liegt darin, dafs die Unterhaltung der Aspiration über vielstündige Zeiträume hin Konstruktionen erfordert, die mit den übrigen Bedingungen einer Ballonfahrt schwer zu vereinigen sind. Zahlreiche, in dieser Beziehung unternommene Experimente sind ohne ein recht befriedigendes Resultat geblieben, obwohl manches interessante Detail dabei gewonnen wurde.

So gelang z. B. bei einer Fahrt die Feststellung einer ganz ungewöhnlichen „Temperatur-Umkehrung" allein durch den Thermographen, da aus äufseren Gründen die Ablesungen kurz nach der Auffahrt noch nicht hatten vorgenommen werden können; in einem anderen Falle wurde ein Thermograph an einer langen Leine 500 m tief unterhalb des Ballonkorbes aufgehängt und begleitete die Fahrt als ein

schwebender Fernbeobachter, wobei wichtige Aufschlüsse über das Verhalten unter, in und über den Wolken gewonnen wurden.

Bei diesem Experiment glitt der Apparat mittels Friktionsrollen an seiner Aufhängeleine langsam abwärts, und so diente auf diese Weise sein Gewicht selbst als Triebkraft für das Laufwerk des Aspirators. Auf den Vorschlag von Sigsfelds wurde auch für diesen Zweck das Prinzip des Injektors angewandt, wobei ein unter Druck aus einer feinen Düse austretender Luftstrom eine gröfsere Luftmenge mit sich fortreifst. Das hiernach konstruierte Aspirationsthermometer leistet durchaus dasselbe wie das gebräuchlichere mit Federkraft-Laufwerk, erheischt jedoch eine andauernde und deshalb äufserst ermüdende Bedienung des Gummibirnen-Gebläses. Verwendet man indes hierzu ein komprimiertes Gas, wie es heutzutage leicht erhältlich ist, so kann man sehr wohl einen kontinuierlichen Aspirationsstrom von genügender Stärke erzeugen; am vorteilhaftesten müfste allerdings der Gebrauch „flüssiger Luft" sein, da hierbei die Verwendung eines starkwandigen und schweren Stahlcylinders entfällt. Leider ist die „flüssige Luft" noch nicht ein Handelsartikel geworden wie „flüssige Kohlensäure", so dafs deren Verwendung z. Z. noch an die Nähe einiger spezieller Laboratorien gebunden ist.

Wie oben schon erwähnt, dient der Aspirations-Apparat in seiner Form als „Psychrometer" der Ermittelung des Wasserdampfgehaltes der Luft. Ein „Psychrometer" besteht bekanntlich aus zwei unter gleichen Allgemein-Bedingungen befindlichen Thermometern, dessen eines an seinem Gefäfse eine leichte Umhüllung von Musselin trägt, welche durch Zuführung von reinem Wasser feucht gehalten wird. Die in dünner Schicht ausgebreitete Wasserhaut verdampft mehr oder weniger energisch und schnell, je nachdem die Luft trocken oder feucht ist, und die zur Ausführung dieser Verdunstungsarbeit benötigte Wärme wird vornehmlich dem umschlossenen Thermometergefäfs entzogen, das infolgedessen einen tieferen Stand aufweist als das benachbarte „trockene" Instrument. Aus der Differenz beider berechnet man die „Luftfeuchtigkeit", die man am bequemsten als „Relative Feuchtigkeit" ausdrückt, d. h. das prozentische Verhältnis der wirklich vorhandenen zu der bei der herrschenden Temperatur möglichen Feuchtigkeit: hiernach ist bei 50 pCt die Luft zur Hälfte, bei 100 pCt gänzlich mit Wasserdampf gesättigt.

Da festgestellt wurde, dafs die Verdampfung von der Geschwindigkeit der Luftbewegung, und zwar vornehmlich bei geringer Geschwindigkeit, stark abhängt, und die letztere im freifliegenden

Ballon eine ganz aufserordentlich schwache ist, so beseitigt der stets angenähert gleichstarke künstliche Luftstrom des Aspirationsinstrumentes eine der wichtigsten Fehlerquellen der Methode, ohne indes deren sonstige Unsicherheiten völlig auszuschliefsen, unter denen nur die Vorgänge der „Überkaltung“ des Wassers, die Verschiedenheit der Spannkraft von „Wasserdampf“ und „Eisdampf“, die Notwendigkeit der in Pausen von verschiedener Länge vorzunehmenden Zuführung neuen Wassers und die hieraus hervorgehende Unsicherheit über die erfolgte Wiedereinstellung des Instrumentes, zumal bei schnellem Durchschneiden verschieden feuchter Luftschichten, genannt sein mögen. Leider giebt es keinen handlichen Ersatz für das Psychrometer, da das vielgenannte „Haarhygrometer“ noch als erheblich unzuverlässiger gelten mufs. Immerhin versagt das aspirierte Psychrometer in sachverständigen Händen nur verhältnismäfsig selten, besonders wenn man neben einem trockenen zwei feuchte Thermometer benutzt, die abwechselnd benetzt und abgelesen werden.

Die Messung der Strahlungs-Intensität der Sonne, die, wie wir oben sahen, einen höchst verderblichen Einflufs auf alle anderen Thermometer ausübt, ist natürlich schon aus diesem Grunde von Wichtigkeit. Auch hier mufs man sich, in Ermangelung eines besseren, eines verhältnismäfsig unsicheren Instrumentes, des in eine luftleere Glashülle eingeschlossenen „Schwarzkugelthermometers“ bedienen. Die durch die umgebende Glashülle dem abkühlenden Einflusse der Luftbewegung entzogene Rufsoberfläche des Thermometers absorbiert erheblich mehr Wärmestrahlen der Sonne als die Luft, und so gewinnt man aus dem Unterschiede zwischen der mit dem Aspirationsthermometer gemessenen Lufttemperatur und dem Stande des Schwarzkugelinstrumentes einen relativen Wert der Strahlungs-Intensität. Dieser als „aktinometrische Differenz“ bezeichnete Wert hat in extremen Fällen 67° C. erreicht. Selbstverständlich mufs man Sorge tragen, dieses Instrument thunlichst ununterbrochen der Sonnenstrahlung auszusetzen, was bei einem sich um seine Achse drehenden Ballon nicht immer leicht zu erreichen ist.

Nach dem leider nicht überall beherzigten Grundsatze, „multum“, aber nicht „multa“ zu beobachten, beschränken sich die neueren wissenschaftlichen Luftfahrten auf das vorgenannte Instrumentarium. Nur für besondere Zwecke werden noch andere Apparate in Benutzung genommen, wie solche zur Beobachtung der Luftelektrizität, einem Arbeitsfelde, auf dem besonders Herr Professor Börnstein mit Eifer und Erfolg thätig gewesen ist.



Berlin S., Belle-Allianceplatz nebst Umgebung.

(Vom Ballon aus gesehen.)

Wissenschaftlichen Zwecken in erster Linie dient auch eine photographische Kamera, welche zur Festhaltung seltener und wichtiger Wolkenbilder, aber auch zur Aufnahme interessanter Teile der Erdoberfläche vielfache Verwendung findet. Die als Titelbild diesem Heft beigegebene Reproduktion einer von der Luftschiffer-Abteilung ausgeführten Photographie stellt in ausgezeichneter Deutlichkeit den südlichen Stadtteil von Berlin dar. Der Belle-Alliance-Platz mit den von ihm auslaufenden drei Strafsen, der Wilhelm-, Friedrich- und Lindenstrafse, der Schiffahrts-Kanal mit dem Halleschen Ufer, von dem sich die Königgrätzer Strafse mit dem Anhalter Bahnhof abzweigt, die Gitschiner Strafse, das Planufer und die Blücherstrafse im Vordergrunde mit der vieltürmigen Kirche zum Heiligen Kreuz erscheinen vor unseren Augen ausgebreitet. Dazu Kähne auf dem Wasser, Pferdebahnen und Droschken auf den Strafsen und zahlreiche winzige Pünktchen, — das sind die Menschen, die sich oft so grofs vorkommen.

Die bisher im bemannten Luftballon erreichten Höhen übersteigen die Erhebung der höchsten Himalaja-Gipfel nur um etwa ebensoviel als die tiefsten Tiefen der Oceane: der Wert von 9 km scheint eine Art natürlicher Grenze darzustellen, die allen Lebewesen unseres Planeten gezogen ist. Längst hat man die Höhe von 11000 m, die James Glaisher am 5. September 1862 in bewufstlosem Zustande erreicht zu haben glaubte, als eine Täuschung erkannt, und z. Z. gilt die Höhe von 9155 m, bis zu welcher Berson am 4. Dezember 1894 vordrang, als „Record“.

Nach des Letztgenannten eigenen Erfahrungen bei dieser Hochfahrt, welche er mit dem 2600 cbm Wasserstoffgas haltenden Ballon „Phönix“ allein ausgeführt hat, dürfte es ihm, wie anderen hierzu besonders befähigten Luftschiffern, unter günstigen Bedingungen und bei ausgiebiger Einatmung komprimierten Sauerstoffes möglich sein, die Höhe von 10000 m zu erreichen. Darüber hinaus aber wird man ohne besondere Vorkehrungen kaum vorzudringen vermögen. Die Ausführung des von verschiedenen Seiten gemachten Vorschlages, einen Ballon von etwa 10000 cbm Inhalt mit einem luftdicht verschliefsbaren Korbe zu versehen, dessen Wandungen einen inneren Überdruck von etwa einer Drittel-Atmosphäre auszuhalten im stande sind, ist eigentlich nur eine Geldfrage. Würde man diesen Korb, der natürlich mit Beobachtungsfenstern zu versehen wäre, erst in einer Höhe schliefsen, wo der Luftdruck 380 mm, d. h. die Hälfte des im Meeresniveau herrschenden von 760 mm beträgt, entsprechend einer

Höhe von etwa 5500 m, die von manchem Luftschiffer ohne besondere Beschwerde ertragen wird, so könnte man mit der eingeschlossenen, durch Sauerstoffbeimengung und Absorption der produzierten Kohlensäure atembar erhaltenen Luft bis zu einem Luftdrucke von 125 mm, d. h. einer Höhe von fast 14000 m aufsteigen.

Immerhin würde das Experiment ein nicht ganz ungefährliches und mindestens äufserst kostspieliges werden, sodafs eine häufige Wiederholung desselben kaum zu erwarten wäre.

Das wissenschaftliche Bedürfnis, mit der Forschung in die über 10 km hoch liegenden Schichten thunlichst oft einzudringen, hat aber einen anderen Weg eröffnet, der einfacher zum Ziele zu führen versprach.

Schon im Jahre 1809 hatte die Königliche Gesellschaft in Kopenhagen in Gestalt einer Preisaufgabe den Plan angeregt, „mit kleineren Luftbällen, die keine Person tragen, die Gesetze über die Elektrizität der oberen Atmosphäre, über das Quantum des Sauerstoffs, Stickstoffs und der Kohlensäure, welche in einer gegebenen Höhe und in einem gegebenen Luftvolum enthalten sind, über die Richtung der Winde in gröfserer Höhe, über die Temperatur und andere dergleichen Verhältnisse zu erforschen.“ Die Aufgabe blieb ohne Bewerber und geriet in Vergessenheit. Erst im Jahre 1879 brachten sie Brissonet und 1881 Jobert und Silbermann in Paris insoweit zur Ausführung, als sie kleine „Pilotballons“ ohne Instrumente, aber mit Fragezetteln über Ort und Zeit des Auffindens versehen, in gröfserer Zahl steigen liefsen und damit eine interessante Statistik der oberen Luftströmungen anbahnten. Im Jahre 1887 legte der hochangesehene Kapitän Renard der Pariser Akademie einen Plan zur methodischen Ausführung solcher Versuche vor, wobei er vorschlug, einen aus gefirnifstem japanischen Papier bestehenden Ballon von 113 cbm Inhalt mit einem Richardschen Barothermographen aufsteigen zu lassen; bei einem Gesamtgewicht des Ballons von 9,5 kg könne eine Höhe von 21 km erreicht werden. Im Jahre 1892 begannen Hermite und Besançon in Paris diesen Vorschlag in modifizierter Form auszuführen und brachten am 21. März 1893 einen Registrier-Apparat auf die Höhe von fast 14 000 m, wo eine Temperatur von — 21° aufgezeichnet wurde, während 2500 m tiefer — 51° registriert wurden.

Dieses erste Ergebnis, nach welchem eine höhere Temperatur in den höheren Luftschichten gefunden wurde als in den darunter liegenden, ist denn auch fast bei allen späteren Experimenten dieser Art mehr oder weniger ausgesprochen wiedergekehrt und mufste

naturgemäfs, ehe man es für thatsächlich ansehen konnte, als ein Fehler der Methode betrachtet werden. Ganz besonders ist der Verfasser dieser Zeilen für die Ansicht eingetreten, dafs es sich hierbei um denselben Fälschungs-Vorgang durch die Wärmestrahlung der Sonne handele, welcher Glaishers Beobachtungen ihren Wert raubte. Solange ein solcher Ballon im schnellen Aufsteigen bleibt, ist ohne Zweifel die natürliche Ventilation, die das Thermometer trifft, im stande, dessen durch Sonnenstrahlung erzeugte Temperaturerhöhung zum gröfsten Teile ebenso zu beseitigen, wie dies durch die künstliche Ventilation im Aspirationsthermometer geschieht, zumal wenn man durch einen aus spiegelblankem Nickelpapier bestehenden Schirm, den die Franzosen „panier parasoleil" nennen, den Einflufs der direkten Sonnenstrahlung einigermafsen abschwächt. Vielleicht reicht eine Aufstiegs-Geschwindigkeit von 6 bis 8 m in der Sekunde sogar zur Beseitigung des ganzen Strahlungs-Einflusses aus. Verlangsamt sich aber die Aufwärtsbewegung, indem sich der Ballon seiner Gleichgewichtslage nähert, so mufs der Strahlungs-Effekt immer stärker in Aktion treten und eine beträchtliche Temperaturzunahme im Thermometergefäfse erzeugen, die keineswegs derjenigen der umgebenden Luft entspricht. Aus diesem Grunde, und um die an sich wertvolle und kaum zu ersetzende Methode der „Ballons-sondes", wie sie von den Franzosen passend genannt werden, nicht bis zur Konstruktion von aspirierten Thermographen, die auch in der dünnen Luft dieser hohen Schichten ihren Zweck des Strahlungsausschlusses mit Sicherheit erfüllen, brachliegen zu lassen, entschlofs man sich zur Bevorzugung nächtlicher Aufstiege und bei Tag-Experimenten zur ausschliefslichen Auswertung derjenigen Teile der Thermogramme, die während schnellen Aufsteigens des Ballons erhalten waren; letzteres liefs sich aus dem gleichzeitigen Barogramm unschwer ermitteln.

Nachdem auch in Berlin eine Reihe von Aufstiegen solcher „Registrierballons" ausgeführt und bei diesen Höhen von 18000 m und Temperaturen von — 68° erreicht worden waren, wurde die Methode in ganz ausgezeichneter und weitgehendster Weise durch Herrn Léon Teisserenc de Bort vervollkommnet, der von seinem Observatoire de la Météorologie dynamique in Trappes bei Paris aus bereits gegen 300 solcher Ballons-sondes in die Höhe geschickt hat.

Nachdem nun im Jahre 1896 der schon seit längerem geplante Zusammenschlufs der gleichstrebenden Forscher in den verschiedenen Ländern Europas erfolgt und eine „Internationale aëronautische Kom-

mission" unter dem Vorsitz des eifrigen und um die Angelegenheit hochverdienten Herrn Prof. Hergesell in Strafsburg gegründet war, hat man bei der Ausführung von Simultanfahrten auf die Emporschickung von Ballons-sondes ein besonderes Gewicht gelegt und die Methode Teisserenc de Borts allgemein angenommen, die auf der Verwendung gefirnifster Papierballons von etwa 50 cbm Inhalt und Wasserstofffüllung beruht, mit denen man ihres geringen Gewichtes wegen Höhen von 12000 bis 14000 m erreichen kann. Um aus dem Instrumentarium aber wenigstens die aus den Verschiedenheiten der Konstruktion entspringenden Fehler zu beseitigen, hat man auch das von Teisserenc de Bort angewandte Modell acceptiert. So steigen zur Zeit an jedem ersten Donnerstage eines jeden Monats in Paris, Strafsburg, München, Wien, Przemysl in Galizien, Berlin, Warschau und St. Petersburg, auch in Bath in England, bald auch voraussichtlich in Christiania, Stockholm und Bukarest gleichzeitig Registrierballons in die Höhe, wo immer angängig auch bemannte Ballons mit wissenschaftlicher Ausrüstung. Am 8. November 1900 befanden sich über Europa 17 Ballons in den Lüften, welche höchst wertvolles Material mit herabbrachten. Am 6. Dezember wurden die Experimente durch die in ganz West- und Süd-Centraleuropa wehenden Stürme stark beeinflufst, so dafs nur an wenigen Stellen Auffahrten glückten. Bessere Ergebnisse lieferten die Auffahrten vom 10. Januar 1901.

Wenn auch, wie oben erwähnt, durchaus Grund vorliegt, die eigentümlichen Angaben einer höheren Temperatur, die unsere bisherigen Apparate aus den Schichten von 12000 bis 14000 m mit herabbringen, auf Fehler der Instrumente in erster Linie zurückzuführen, so läfst sich doch die Möglichkeit nicht gänzlich von der Hand weisen, dafs in der That eine höhere Lufttemperatur in jenen hohen Regionen herrsche.

Als deren Ursache könnte man leicht z. B. die starken westlichen, der Allgemeinzirkulation der Atmosphäre angehörigen Luftströmungen ansehen, die, aus den Hauptkondensationsgebieten der Erde stammend, eine relativ hohe Temperatur haben würden. Bekanntlich nimmt die Temperatur einer fortwährend Wasserdampf kondensierenden Luftmasse beim Emporsteigen um 1000 m nur etwa um 5°, einer trockenen dagegen erheblich mehr, bis zu 10° ab. Luft, welche über den Kalmenzonen der Tropen mit einer Ausgangstemperatur von 25° unter diesen Bedingungen bis zur Höhe von 10 km aufsteigt, würde demnach dort eine Temperatur von — 25° besitzen, während trockene Luft in der gleichen Höhe bis zu — 75° erkalten könnte. Es ergiebt

sich hieraus die unerläfsliche Notwendigkeit, durch Verbesserung des Instrumentariums, besonders durch eine Konstruktion, welche den Einflufs der Sonnenstrahlung ebenso sicher fernhält wie das Aspirationsthermometer, die noch bestehenden Unsicherheiten zu beseitigen und, wenn irgend thunlich, durch einige bemannte Hochfahrten im geschlossenen Ballonkorbe diese hochwichtige Frage zur Entscheidung zu bringen.

Wo ist der Mäcen, der die hierzu erforderlichen 20000 M. zu spenden bereit ist?

Aber es sind doch nicht die höchsten Luftschichten allein, welche der Untersuchung bedürfen, sondern viele Gründe sprechen dafür, dafs sich die wesentlichsten Witterungs-Erscheinungen vornehmlich in den tieferen, etwa bis zur Höhe von 4000 bis 5000 m reichenden Schichten abzuspielen pflegen. Zwar werden diese von jedem Frei- und Registrierballon zweimal passiert, aber einerseits geschieht dies bei dem letzteren absichtlich mit einer Geschwindigkeit, die eingehende Studien erschwert, andererseits werden diese Experimente trotz häufigster Wiederholung wegen der hohen Kosten und übrigen Umstände doch nur „Stichproben" darstellen, zwischen denen nur allzuoft der Zusammenhang fehlt, der allein die Entwickelung eines Zustandes aus dem anderen erkennen lassen könnte.

In diese Lücke tritt nun das „schwebende Observatorium", wie es der gefesselte Ballon oder der Registrier-Apparate tragende Drache darstellt.

Fesselballon-Versuche, bei denen Personen die Beobachtungen vornahmen, wurden schon früh zu wissenschaftlichen Zwecken ausgeführt. Glaisher berichtet über eine Reihe solcher, Herr Professor Köppen hat in Hamburg im Jahre 1889 solche ausgeführt. In Berlin erfolgten, wie oben schon erwähnt, in den Jahren 1890 und 1891 mit dem hierzu konstruierten Registrierballon „Meteor" zahlreiche Experimente, die zwar wertvolle Ergebnisse lieferten, zugleich aber zeigten, dafs der kugelförmige Ballon nur bei schwacher Luftbewegung im stande ist, Apparate zu nennenswerten Höhen zu tragen.

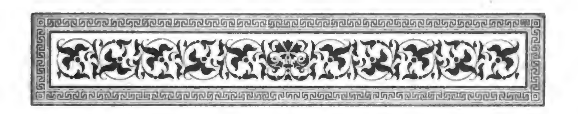
Der seitdem von den Herren von Parseval und von Sigsfeld erfundene zylindrische Drachenballon ist bis zu einem gewissen Grade geeignet, diese empfindliche Lücke auszufüllen, aber der aufserordentlich grofse Widerstand, den seine Oberfläche stärkeren Winden entgegensetzt, verlangt die Verwendung verhältnismäfsig starker Haltekabel, wenn man nicht sein Abreifsen allzuoft riskieren will. Starke Kabel sind aber auch schwer und verhindern demnach die Erreichung

gröfserer Höhen. Trotzdem ist der Drachenballon ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, um bei ruhiger oder mäfsig bewegter Luft Apparate bis zu Höhen von 1 bis zu 2000 m zu heben, und übertrifft in seinen Leistungen den kugelförmigen Ballon ganz beträchtlich, da er nicht, wie dieser, durch jeden frischeren Wind bis auf den Erdboden herabgedrückt wird, sondern, bis zu einem gewissen Grade als Drachenfläche wirkend, einen Höhenwinkel von wenigstens 30 bis 35° beizubehalten pflegt. Bei Windstille oder schwachem Winde bedarf man aber unbedingt der künstlichen Ventilation, wenn man nicht die Angaben eines durch die Sonnenstrahlung arg beeinflufsten Thermometers erhalten will.

In die Gebrauchslücke, die auch noch der Drachenballon offen läfst, tritt nun in zweckentsprechendster Weise der Drache ein.

(Schlufs folgt.)





Über pyroelektrische und pyromagnetische Maschinen.

Von **F. G. H. Linke** in Charlottenburg.

Probleme, wie das einer rationellen Kraftmaschine, haben zu allen Zeiten wegen der verlockenden Aussichten für die Erfinder Leute gefunden, die sich intensiv mit solchen Aufgaben beschäftigten, ihr ganzes Leben derartigen Ideen widmeten und für ihre Bestrebungen oft ihre ganze Existenz eingesetzt haben. Viele haben auch ohne die Erreichung ihrer Ziele glänzende Karriere gemacht, doch sind das immerhin Ausnahmefälle. Ich habe da den genialen Schweden John Ericson im Sinne, der mit Ruhm bedeckt vor kaum einem Jahrzehnt im Lande seines eigensten Wirkens, Nord-Amerika, die Augen schlofs, und dessen Gebeine auf Staatskosten mit gröfstem Pomp in die Heimat zurückgebracht und dort bestattet wurden.

Seine Tendenz, eine wirtschaftliche Wärmekraftmaschine zu erfinden, ist ihm nicht gelungen, und die vielen geistreichen, samt und sonders aber fehlgeschlagenen Konstruktionen seiner Heifsluftmaschinen haben nur historisches Interesse. Hätte dieser grofse Mann nur die Erkenntnis des einsamen Heilbronner Arztes in sich gehabt, viele Tausende und noch gröfsere Mühen und Enttäuschungen wären ihm erspart geblieben. Aber während seines Wirkens und noch nach ihm spukten überall Erfinder herum, die Maschinen, sei es in Form von Gas- oder Heifsluftmaschinen, erfunden zu haben vermeinten, von denen sie behaupteten, dafs diese günstiger als unsere Kraft, Leben und Lärm erzeugende Allerweltsmaschine, die Dampfmaschine, arbeiten sollten. Nur wenigen ist es gelungen, permanente Erfolge mit ihren Maschinen zu erzielen, unter denen Otto mit seinen Gasmotoren besonders glänzend hervorleuchtet.

Aber noch auf andere Methoden der Energieproduktion war der Blick gerichtet. Die Dampfmaschine diente in dem Zeitalter der anstrebenden Elektrizitätsindustrie vielfach zum Antriebe dynamoelektrischer Maschinen, deren Energie auf die bis dahin ungeahnt einfachste und bequemste Weise sich übertragen liefs, ohne dafs die

Übertragung an dem Mangel der mechanischen Kraftübertragung, an den hohen Herstellungskosten, dem ganz miserablen Wirkungsgrade und der Beschränkung auf wenige hundert Meter krankte.

Schon vor dieser Epoche tauchten Ideen auf, deren Verwirklichung weite Perspektiven eröffnete: das Problem der unmittelbaren Erzeugung elektrischer Energie durch die Kohle und ohne Zwischenschaltung eines Hemmwerkes, denn etwas Anderes bedeutet die Dampfmaschine vom kinematischen Standpunkte nicht. Dieses Problem hat lange Zeit hindurch die geschicktesten Erfinder beschäftigt, und es ist klar, dafs, wenn durch eine einfache Transformation die ungeheure Menge der in der Kohle akkumulierten Energie mit mäfsigen Kosten in Form von elektrischer Energie gewonnen werden könnte, dadurch in der ganzen Industrie eine ungeheure Revolution hervorgerufen würde und eine neue Periode grofsen Fortschrittes anbräche.

Die Hervorrufung einer elektrischen Spannungsdifferenz unter Wärmeaufwand wurde zuerst von Seebeck und Melloni versucht; um die Ausbildung dieser Disciplin der Physik haben sich besonders A. C. und E. Becquerel, Peltier, W. Thomson und Tait hochverdient gemacht. An der Vervollkommnung der thermoelektrischen Batterien arbeiteten viele; die besten Resultate aber, die man in Hinsicht der Ökonomie erreichte, waren recht deprimierend, und man ist bisher noch nicht soweit gekommen, auf diese Weise auch nur ein Prozent der in der Kohle enthaltenen Energie in elektrische zu transformieren.

Das Gesetz über den Heizeffekt thermoelektrischer Batterien hat Lord Rayleigh vom Gesichtspunkte des sogenannten zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik einer Erörterung unterzogen und gelangte zu der Erkenntnis, dafs ein Eisen-Neusilberpaar, das innerhalb der weitesten, für diese Metalle überhaupt möglichen Temperaturgrenzen arbeitet, von der Energie, welche die ideale Carnotsche Maschine[1]) aus der Kohle transformieren kann, nur $^1/_{300}$ in elektrische Energie verwandeln könne; demnach — selbst theoretisch — noch bedeutend

[1]) Eine ideale Carnotsche Maschine ist bekanntlich eine solche, die den unter Benutzung der Ausdehnung luftförmiger Substanzen durch Wärme zwischen zwei Temperaturen günstigst möglichen Prozefs, den sogenannten „Carnotschen Kreisprozefs", vollführt. Dieser Prozefs geht in einem Cylinder mit Kolben vor sich und zwar so, dafs man ein darin eingeschlossenes Gas zuerst unter Konstanthalten seiner Temperatur, dann ohne Wärmezu- oder -Abführung sich ausdehnen läfst, sodann aber das Gas unter Anwendung von Kompression und sonstiger geeigneter Mittel die nämlichen Zustandsänderungen in derselben Folge wie vorher passieren läfst. — Die verlangten Bedingungen genau auszuführen, ist natürlich praktisch unmöglich.

weniger als $^1/_{300}$ der totalen Energiemenge. Im Experiment und daher besonders erst in der Technik solcher Thermoelemente bleibt aber der Nutzeffekt noch sehr weit hinter diesem theoretischen Maximum zurück.

Auf diesem Wege also Fortschritte erreichen zu wollen, ist verfehlt, und das Problem mufs anders zu lösen versucht werden als auf die Art, die man bisher wenigstens als die thermoelektrische bezeichnet hat.

Einen wesentlich anderen Weg zur Erzeugung von elektrischer Energie unter Benutzung von Wärmequellen hat Dittmar eingeschlagen, indem er Wärmequellen dazu benutzte, den elektrischen Leitungswiderstand eines Stromkreises periodisch zu verändern und durch die Schwankungen der Strömungsintensität in einem anderen geschlossenen Leiterkreise Induktionserscheinungen hervorzubringen. Eine Transformation von Wärmeenergie in elektrische findet in dieser Anordnung von Dittmar thatsächlich nicht statt, die Wärme ist nur Mittel zum Zweck.

Einen noch anderen Weg aber, der dem von Dittmar allerdings analog ist, hat Edison eingeschlagen; die Wirksamkeit seines Apparates beruht auf der Thatsache, dafs die Magnetisierungsfähigkeit paramagnetischer Substanzen, insbesondere die des Eisens, mit wachsender Temperatur rasch sehr nahe bis Null abnimmt. Auch Kobalt und Nickel zeigen solche Phänomene, und das letztere verliert seine Magnetisierbarkeit bei 400° der hundertteiligen Thermometerskala, das Eisen in der Kirschrotglühhitze, das Kobalt in der Weifsglut.

Befindet sich nun ein Stück Eisen in einem magnetischen Felde, so erlangt es einen von der Stärke des Feldes, den geometrischen Verhältnissen, der Beschaffenheit und der Temperatur seiner Masse abhängigen magnetischen Zustand. Da nun andererseits jedesmal, wenn sich die Intensität eines magnetischen Feldes ändert, das sich in der Nähe eines Leiters befindet, dieser Leiter der Sitz elektrischer Energie ist, so mufs es möglich sein, in einer Drahtspule, die einen Eisenkern umgiebt, dadurch elektromotorische Kräfte zu induzieren, dafs man diesen Eisenkern in einen magnetischen Kreis stellt und seine Magnetisierbarkeit oder Permeabilität ändert. Die Gröfse der erzeugten sekundären elektromotorischen Kraft hängt von der Änderung der Permeabilität, also von der Änderung der Kraftlinienzahl pro Zeiteinheit ab. Die Änderung selbst kann auf verschiedene Art geschehen, z. B. durch Bewegung oder, wie wir vorhin kennen lernten, durch Wärme. Legt man daher um einen Eisenkern eine Drahtspule und erwärmt das Eisen oder kühlt es ab, so wird die

magnetische Leitungsfähigkeit des Eisens geändert, und in der Spule entstehen nach den Induktionsgesetzen elektrische Energieströmungen.

Diesen Gedankengang benutzte Edison 1887 zur Konstruktion seiner pyromagnetischen Maschine.

Der Gedanke, die Veränderlichkeit der Permeabilität des Eisens mit der Temperatur zur Induktion heranzuziehen, ist schon ziemlich alt,[2]) und die nämliche Methode wie Ericson wandte Mc. Gee 1884 schon an.

In der Abbildung 1 ist sein Apparat schematisch zur Darstellung gebracht. Ein Eisendraht abcd ist zu einem Ringe gebogen

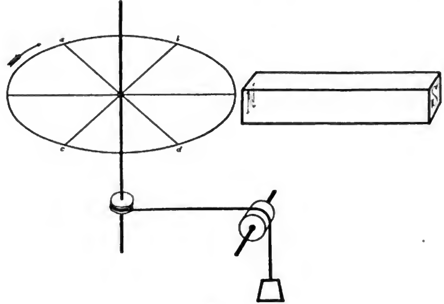


Fig. 1.

und mittels magnetisch indifferenter Stäbe an einer vertikalen Achse befestigt. Nähert man diesem Ringe central einen Magneten, so entsteht im magnetischen Felde eine Unsymmetrie der Energieverteilung, wodurch das Gleichgewicht gestört wird, denn der Magnet übt auf den rechtsseitigen Teil des Ringes eine stärkere Anziehung aus als auf die erwärmte Seite, und der Ring dreht sich infolgedessen in der Richtung des Pfeiles, um das Gleichgewicht der Wirkungen wiederherzustellen. Die erwärmten Massen treten dabei aufserhalb des Wirkungsbereiches der Wärmequelle, kühlen sich ab und werden stärker angezogen als vorher, währenddessen neue an ihre Stelle treten.

[2]) Man sehe hierzu: G. Gore, On the molecular movements and ..... Philosophical Magazine, Fourth Series. Vol. 40. 1870. pag. 173.

Houston and Thomson, A curious thermo-magnetic motor. The Journal of the Franklin Institute, Third Series. Vol. 77. 1879. pag. 39.

So stellt sich ein gleichförmiger Rotationszustand ein. Ist aber das Eisen nicht sehr gut ausgeglüht und auch sonst von heterogener Beschaffenheit, so bringt der Polwechsel unregelmäfsige, stofsweise Bewegung hervor.

Zur Erklärung dieser Erscheinung genügt die Thatsache, dafs sich ein im magnetischen Felde drehbarer Körper stets so einstellt, dafs die Zahl der in ihn eintretenden Kraftlinien ein Maximum wird.

Die ersten Versuche, welche zum Zwecke der pyromagnetischen Erzeugung von Elektrizität angestellt wurden, unternahm man mit aufserordentlich einfachen Apparaten. Man setzte eine kleine Eisenröhre in eine kontinuierlich mit elektrischem Strom beschickte Spule ein. Auf die Eisenröhre war auch eine Spule gewickelt, welche mit einem sehr empfindlichen Klopfer verbunden war. Nach dem Einsetzen wurde die Röhre durch eine Gasflamme rotglühend gemacht und letztere schnell durch einen Strahl kalter Luft ersetzt. Dadurch wurde der magnetische Kraftflufs im Innern der eisernen Röhre geändert und in dem vom Klopfer und der betreffenden Spule gebildeten Leiterkreise ein Strom induziert, der den Klopfer in Bewegung setzte.

Der pyromagnetische Motor Edisons beruht auf denselben Erscheinungen wie das eben besprochene Experiment von Gee.

In dem cylindrischen Raume des magnetischen Feldes eines Elektromagneten N S (Abb. 2 und 3), der durch eine besondere Stromquelle erregt wird, ist um eine zu den Kraftlinien des Feldes senkrechte Achse aa eine Armatur drehbar, welche aus einem Bündel dünnwandiger Eisenröhren bb besteht, welch letztere vertikal stehen und an beiden Enden an Scheiben befestigt sind. Unter der Armatur ist ein pafsrecht eingerichteter Ofen angebracht, von dem aus die Feuergase durch Anwendung eines verstärkten Zuges, eines Gebläses, durch die aufsen gelegenen Röhren in die Höhe geprefst werden, während die zur Verbrennung erforderliche Luft durch den centralen Teil des Röhrenbündels niedersteigt. Sonach wird erreicht, dafs ein Teil der Röhren durch die Feuergase bis zur Rotglut erhitzt wird, ein anderer Teil durch die kalte Luft und zwei geeignete Schirme zu beiden Seiten der Armatur vor Erwärmung geschützt wird. Diese kälteren Röhren bilden einen transversalen Streifen, während die erhitzten Röhren, von oben gesehen, zwei Kreisabschnitte darstellen. Die erhitzten Röhren, deren Permeabilität stark geschwächt ist, sind für die magnetischen Verhältnisse nicht vorhanden, und es bleibt nur ein aus gut leitenden Röhren bestehender Anker übrig, der, wenn sich die Schirme in gleicher Entfernung von dem Elektromagneten

befinden, in seiner Position stehen bleiben wird, weil die kältesten und infolgedessen am meisten magnetischen Teile von den beiden Polen gleich weit abstehen und mit gleicher Intensität angezogen werden. Liegen nun aufser dieser Lage die Schirme nicht in der Richtung der Kraftlinien des Magneten, liegen sie also in jedem Falle unsymmetrisch zu den Magnetpolen, so tendenzieren die Kraftlinien eine symmetrische Einstellung; die eine Seite des transversalen Röhrenstreifens wird vom Pole stärker angezogen bezw. abgestofsen als die andere, also ein Drehmoment auf den ganzen Komplex ausgeübt. Die kinematische Beziehung zwischen Anker und Schirm be-

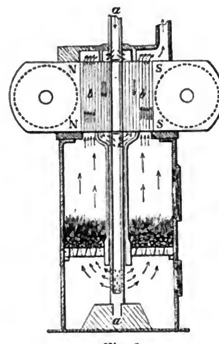



Fig. 2.


Fig. 3.

wirkt aber, dafs bei einer Drehung die bisher magnetischen Röhren unmagnetisch werden und andere magnetisch, somit die einmal begonnene Rotation kontinuierlich fortgesetzt wird.

Diese Anordnung realisiert einen pyromagnetischen Motor, indem die durch die Röhren ziehende Wärme eine Unsymmetrie in den das Eisen durchsetzenden Wirkungslinien des magnetischen Feldes zur Folge hat, das Feld also heterogen wird.

Der Wärmeschirm spielt hier eine ähnliche Rolle wie der Kommutator einer dynamoelektrischen Maschine.

Der erste nach diesen Darlegungen konstruierte Motor wurde mit zwei kleinen Bunsenbrennern geheizt und war mit einem Blasebalge ausgerüstet; er leistete etwa 1,5 kgm in der Sekunde. Den per-

manenten Magneten, den man zuerst verwendete, ersetzte man später durch einen Elektromagneten, und den für dessen Erregung notwendigen Strom entnahm man einer fremden Quelle. Bei einer zweiten gröfseren Maschine richtete man es im Interesse der Ökonomie so ein, dafs die zur Verbrennung notwendige Luft zuerst die eisernen Röhren des transversalen Streifens, um bei ihrer Abkühlung mitzuwirken, durchzog und dann mit schon erhöhter Temperatur durch ein vom Feuer umspültes Rohr beträchtlich vorgewärmt unter den Rost in den Heizraum gelangte.

Nach diesen Versuchen nahm Edison die Herstellung einer Maschine in Angriff, die ausreichende Dimensionen besafs, um die Möglichkeit der Umkehrung dieser Ideen zu beweisen, das heifst darzuthun, dafs es möglich sei, durch Anwendung dieser Methoden kontinuierliche Ströme zu erzeugen. Diesen eigentümlichen Stromgenerator nannte er „pyromagnetischen Dynamo“. Er ist in den Abb. 4 und 5 dargestellt. Die Maschine setzt sich aus acht gesonderten Elementen zusammen, von denen jedes der eben abgehandelten Anordnung korrespondiert, und die beiden Schenkel durch das Joch auf der einen Seite, auf der anderen aber durch eine Rolle aus papierdünnem, gewelltem Eisenblech in der Dicke von ca. $^1/_8$ mm magnetisch geschlossen sind. Diese Rollen sind sehr lose spiralig gewickelt, so dafs die nachher zu erwähnenden Feuergase durch sie hindurchstreichen können, und von auf sie geschobenen Drahtspulen umgeben, beide aber thermisch durch Asbestpapier isoliert. Diese acht Elemente sind um eine geometrische Achse strahlenförmig angeordnet, und die acht Armaturen aus gewelltem Eisenblech — Zwischenarmaturen genannt — reichen durch zwei eiserne Scheiben hindurch, welche die allen Zwischenarmaturen gemeinsamen Polstücke bilden; die Zwischenarmaturen sind hintereinander verbunden und bilden einen geschlossenen Kreis. Durch den Mittelpunkt der beiden Scheiben geht eine vertikale Welle, die an ihrem unteren Teile eine Scheibe aus feuerbeständiger Erde — Schutzplatte genannt — trägt, welche sich, wenn die Achse rotiert, um den unteren Teil der aus gewelltem Eisenblech angefertigten Armaturen dreht und den Zuflufs der heifsen Luft, die von dem unteren Teile kommt, absperrt.

Die Welle trägt einen Cylinder, der aus einer isolierenden Masse besteht und mit metallischen Kontaktstücken versehen ist, die auf zwei entgegengesetzten Seiten angebracht sind. Die sie verbindende Linie ist parallel zu dem strahlenförmigen Rande der Schutzplatte. Auf diesen Cylinder drücken acht Kontaktfedern, wovon jede auch mit

den Drähten verbunden ist, welche die Spulen paarweise miteinander verbinden (Abb. 4). Das Ganze ist die kinematische Umkehrung eines Stromabgebers. Die Länge des metallischen Segments ist so bemessen, dafs dasselbe von der nächsten Feder in dem Augenblicke berührt wird, in welchem es die vorhergehende Feder verläfst; die Federn selbst sind in der Weite adjustiert, dafs jede von ihnen in dem Augenblicke mit ihrem metallischen Segmente in Berührung tritt, in welchem die vorhergehende Spule jenes Spulenpaares, innerhalb

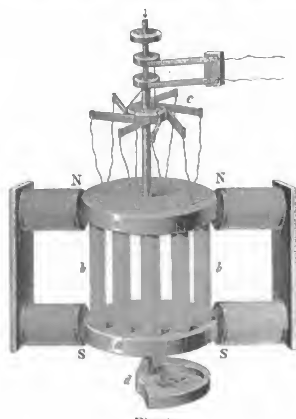


Fig. 4.

dessen die Feder befestigt ist, durch die Rotation der Schutzplatte blofsgelegt ist.

Zwei kontinuierliche Ringe, die auf ein und derselben Welle befestigt sind, und gegen welche zwei feststehende Bürsten drücken, dienen dazu, die erzeugte Energie nach aufsen abzuleiten. Die Rotation der Achse mufs durch einen besonderen kleinen Motor ständig unterhalten werden.

Der ganze eben beschriebene Apparat wird über einem geeigneten Feuerraum aufgestellt, auf den ein Gebläse einwirkt, das die Verbrennungsprodukte zwingt, durch die von der Schutzplatte nicht verdeckten Kerne der Zwischenarmaturen zu streichen, wodurch die-

selben eine hohe Temperatur annehmen (Abb. 5). Werden die Elektromagnete erregt, so magnetisieren sie nur die kalten Armaturen, immer je vier, die den Schutz des Schirmes geniefsen. Dreht sich letzterer, so werden die Armaturen successive nach einer Richtung hin bedeckt und nach der anderen der Einwirkung der Wärme preisgegeben. Sobald sich nun der Kern erwärmt, mufs die Zahl der Kraftlinien, welche ihn durchsetzen, erheblich abnehmen. Bei der Entstehung

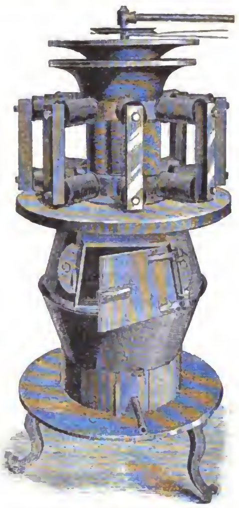


Fig. 5.

von Magnetismus und beim Verschwinden werden in den die Rollen umgebenden Solenoidwindungen Induktionsströme entgegengesetzter Richtung geweckt, die durch den schon erwähnten Kommutator gleichgerichtet werden. Die Umkehrung des Stromes mufs somit in dem Augenblicke erfolgen, in welchem jede Spule aus der Periode der Erhitzung in diejenige der Abkühlung übergeht und umgekehrt, d. h. zweimal bei jedem Umlaufe der Welle. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, Stromwender anzubringen.

Die von solcher Maschine entwickelte elektromotorische Kraft hängt offenbar von der Zahl der auf jeder Armatur befindlichen Windungen, von der zu erreichenden Temperaturdifferenz, dann von der Schnelligkeit der Variationen und weiter von der gröfseren oder geringeren Nähe des Punktes ab, für welchen die nutzbar zu verwendende Wirkung ein Maximum wird. Man gewänne beispielsweise nichts, wenn man die Temperatur über jenen Punkt hinaus steigert, für welchen die Permeabilität des Eisens praktisch genommen gleich Null ist; auch nicht mehr, wenn man das Eisen unter jenen Punkt abkühlt, für den sein Magnetismus durch ein Maximum geht. Die beiden Temperaturen, zwischen denen man sich zweckmäfsig bewegt, lassen sich leicht mit Hilfe der Beziehungen zwischen der Temperatur und der magnetischen Durchdringlichkeit fixieren.

So ist die Magnetisierungstemperatur Null für Kobalt die Weifsglut, für das Eisen die Kirschrotglut und 400° für das Nickel. Stellt aber die Zahl 1390 die maximale Magnetisierung des Eisens bei der gewöhnlichen Temperatur dar, so ist sie noch 1360 bei 220°, woraus ohne weiteres erhellt, dafs es praktisch unvorteilhaft wäre, unter diese Temperatur abzukühlen. Nickel könnte für eine geringere Temperatur Verwendung finden, denn seine magnetische Intensität sinkt bei der Erwärmung auf 220° von 800 bis auf 320. Die Geschwindigkeit der Temperaturveränderung ist bedingt durch diejenige der Schutzplatte, die ihrerseits aber wieder eine Funktion ist von der Schnelligkeit, mit welcher sich die Kerne der Zwischenarmaturen erhitzen und abkühlen lassen. Durch Verdoppelung der Umdrehungsgeschwindigkeit würde man die Leistung vervierfachen. Um grofse Schnelligkeit in der Temperaturveränderung zu erreichen, verwendet man dünne Blätter von grofser Oberfläche, deren Dauerhaftigkeit man durch Emaillierung oder durch Vernickelung erhöhen kann. Die Versuche haben gezeigt, dafs man über 126 Umläufe der Schirmplatte in der Minute wahrscheinlich nicht hinauskommen wird. Aufser diesem bleiben zu bestimmen: die passendste Dicke des Eisens, die relativen Volumina der Luft und des Eisens in den Armaturen, der günstigste Durchmesser, das zweckmäfsigste Metall und die rationellste Rotationsgeschwindigkeit. Diese Fragen sind bisher nicht gelöst worden, weil der Motor praktisch sich nicht einbürgern konnte, und sie nur durch zahlreiche Messungen und Versuche sich beantworten lassen.

Abgesehen von der Ökonomie des Motors, ist der Gedanke, der den besprochenen Apparaten zu Grunde liegt, recht originell, und die

Realisierung desselben legte wiederum ein Zeugnis von der grofsen Erfindungsgabe Edisons ab.

Schon mehrere Jahre, bevor Edison seine Maschine erdacht, hat Josef Popper in Wien genau die nämliche Konstruktion entworfen und in ihren Konsequenzen durchdacht.[3]) Die Anregung dazu gab ihm eine Stelle in der Abhandlung von Stefan[4]) „Über die Gesetze der elektrodynamischen Induktion". In der Fortführung dieses Gegenstandes bei Wahsmuth[5]) wird der Satz rekapituliert und dargethan, dafs die spezifische Wärmekapazität, d. h. die Wärme, welche einem Körper zugeführt werden mufs, um seine Temperatur um einen Grad der hundertteiligen Skala zu erhöhen, bei Eisen im magnetischen Zustande gröfser sein mufs als im unmagnetischen. Dies wird so deduziert: Bringt man weiches Eisen einem permanenten Magnete nahe und demagnetisiert es durch eine Wärmezufuhr von W_1, so läfst es sich ohne Arbeitsaufwand in unendliche Entfernung bringen; entzieht man ihm nun dort eine gewisse Wärmemenge W_2, damit es wieder die ursprüngliche Temperatur erhält, so wird es vom Magneten wieder magnetisiert und angezogen. Wären nun beide Wärmemengen W_1 und W_2 einander gleich, so könnte man Arbeit aus nichts erzeugen, also mufs $W_1 > W_2$, d. h. die spezifische Wärmekapazität im magnetischen Zustande gröfser sein als im unmagnetischen.

Wie man ohne weiteres erkennt, liegt in dieser Betrachtung die pyromagnetische Maschine ganz und gar; es ist nur noch nötig, an deren praktische Verwirklichung überhaupt zu denken. Popper stellte nun die folgende Betrachtung an: Überall, wo Magnetismus, auf welche Art auch immer, sich ändert, treten in benachbarten Leiterkreisen Induktionsströme auf; man mufs daher ebenfalls einsehen, dafs, da dieses eine Energie-Entwickelung bedeutet, jede Methode, um den Magnetismus zum Verschwinden zu bringen, Arbeit benötigen wird, sei es in Form von mechanischer Arbeit wie bei der Dynamomaschine, sei es in Form von Wärme, falls der Magnetismus durch Erhitzung vernichtet wird, sei es in jeder beliebigen anderen Form, sie mag sich zur praktischen Verwendung eignen oder nicht. Da nun in unserem Falle der Magnetismus an das Vorhandensein des Eisens überhaupt gebunden ist, so wäre es dasselbe, ob man den

[3]) „Zeitschrift für Elektrotechnik", Wien 1887, 5. Jahrg.: „Josef Popper, Über Edisons pyromagnetische Maschine", pag. 451 ff., welcher ausgezeichneten Arbeit hier manches entlehnt ist.

[4]) „Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften", 1871, Bd. 64.

[5]) Ebenda, 1882, Bd. 85, pag. 997.

Magnetismus oder das Eisen verschwinden liefse. Würde man dasselbe etwa durch eine Säure zerstören, so müfste sich, da hierbei der Magnetismus verschwindet, nach dem Gesetz von der Erhaltung der Energie auch die chemische Affinität zwischen Säure und Eisen ändern oder die Energie des neu hervorgegangenen Produktes sich geändert haben.

Wird nun Wärme als Zerstörer des Magnetismus benutzt, so ist die Konstruktion einer Maschine zur Transformation derselben von selbst gegeben.

Popper entwarf ein System von sehr dünnwandigen Röhren aus weichem Eisen, das er vor die Pole fester Magnete stellte und durch eine durchlochte, vorbeirotierende Scheibe mittels rasch durchstreichender heifser und kalter Luft abwechselnd magnetisierte und entmagnetisierte. Die die Röhren umgebenden Drahtspulen müssen, geeignet verbunden, elektrische Ströme liefern. — Das ist im Grunde genommen genau Edisons Konstruktion, und die nähere Betrachtung der letzteren Maschine erstreckt sich auf diesen Gegenstand.

Der erste Übelstand, der sich bei solchen Maschinen zeigte, war, dafs ihre Dimensionen im Vergleich zu Dynamomaschinen ganz aufserordentlich grofse sein mufsten. Man mufs nämlich im Auge behalten, dafs die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme durch das Eisen gegenüber jener der Kraftlinien durch die Armatur ganz aufser Verhältnis steht, verschwindend klein ist, und dieses ungünstige Verhältnis wird noch durch besondere, gerade hier ausschlaggebende Umstände zugespitzt.

Der Magnetismus des Eisens wird nämlich erst bei Kirschrotglut nahezu zerstört und erst sehr nahe dieser Temperatur auf ein geringes Mafs herabgedrückt. Nach Wahsmuth liegt die Temperatur, bei welcher der Magnetismus verschwindet, etwas höher als der Schmelzpunkt des Eisens, nämlich fast bei 1346°. Wenn es auch für die Konstruktion nicht nötig und ausgeschlossen ist, auf diese Temperatur zu gehen, so wird die dimagnetisierende Temperatur dennoch immer eine sehr hohe sein müssen. Nun hängt aber die Fortpflanzung der Wärme im Eisen [illegible] von der Temperaturdifferenz zwischen [illegible] kann aber [illegible] [illegible] das Eisen sehr heifs werden mufs.

[illegible]

bei praktisch gleicher Leistung abnorme Dimensionen annehmen würden. Es stehen sich also in beiden Maschinen gegenüber: einerseits die Geschwindigkeit, mit der eine bestimmte Temperatur in einer Eisenmasse erreicht wird im Abstand der Eisendicke von den heifsen Gasen und andererseits die Geschwindigkeit, mit der im äufsersten Abstande eines Eisenkörpers von Magneten eine gewisse Intensität der Magnetisierung erreicht wird.

Denkt man sich einen Eisendraht von vielen Meilen Länge plötzlich an einem seiner Enden magnetisch erregt, so wird eine aufserordentlich kleine Zeit vergehen, bis das andere entfernte Ende den vollen Magnetismus erreicht hat — bisher ist solche Messung meines Wissens nicht ausgeführt worden. — Bei der Wärmeleitung aber weifs man, wie langsam die Fortpflanzung geschehen würde, auch wenn alle Verluste absolut ausgeschlossen wären.

Die durch Extraströme eintretende Verzögerung der Magnetisierung hat aber bei guten, modernen Dynamomaschinen keinen so grofsen Einflufs, dafs dagegen etwa die Schnelligkeit der Wärmeleitung in Betracht kommen könnte.

Ein weiterer Übelstand in Bezug auf die Schnelligkeit des ganzen Prozesses ist der, dafs die beiden Luftströme nur mit relativ geringer Geschwindigkeit durch die Röhren ziehen, aufser wenn man zur Anwendung geprefster heifser und kalter Luft greift, was aber die ganze Vorrichtung kompliziert, ihre Anschaffung teurer und den Betrieb unökonomischer gestalten würde. Hier genügt es eben nicht, wie bei den meisten anderen Motoren, entweder die gewöhnlichen Zuggeschwindigkeiten der Öfen oder selbst der mit Blasrohr erzielten Feuerung der Lokomotiven anzuwenden, wenn man kleine Dimensionen erreichen will, und die Schnelligkeit der Bewegung der Luft, welch letztere das Eisen der Längsachse nach fast momentan erhitzen sollte, wird jener der magnetischen Erregung des Eisens niemals auch nur entfernt nahe kommen.

Erwägt man nun die Mittel zur Beseitigung oder wenigstens Milderung dieser erwähnten Ursachen der Verzögerung des Prozesses, dann ergiebt sich etwa das Folgende:

Die relative Langsamkeit der Wärmeauf- und -entnahme kann nur der Dicke des magnetischen Materials nach geändert werden, bis zu einem gewissen Grade mehr noch dann, wenn statt des Eisens Nickel angewendet wird, und zwar aus dem Grunde, weil die Abnahme des Magnetismus beim Nickel bei bedeutend niedrigeren Temperaturen als beim Eisen erfolgt. Die relative Langsamkeit der Luft-

ströme kann nur durch hohe Spannung derselben beseitigt werden, was aber bei der heifsen Luft zur Folge hätte, dafs mit dem forcierten Zuge noch mehr Koksbestandteile und Asche durchgetrieben und die Zwischenräume zwischen den Eisenflächen eines Rohres verstopft würden, als es bei einfacher Ofenkonstruktion ohne Zweifel schon genugsam der Fall sein wird. Aus diesem Grunde hauptsächlich wurden übrigens, wie hier bemerkt werden mag, die Heifsluftmaschinen mit geschlossener Feuerung aus der Technik verdrängt. Ein Verengen und Erweitern der Zwischenräume in den Spiralwindungen des Eisen- oder auch des Nickelbleches wird aber auch dadurch eintreten — und besonders im ersteren Falle —, dafs infolge der hohen Temperatur und nachherigen Abkühlung die anfangs ebenen sehr dünnen Bleche da und dort an ihren unteren, heifseren Teilen Beulungen erhalten, infolge deren die Spirale an einigen Stellen des Querschnitts verengt, an anderen erweitert wird, so dafs sehr bald keine volle Ausnutzung der Blechfläche zum Zwecke der Erhitzung und Kühlung mehr erreicht wird. Ein erzwungenes, gleichweites Abstehen der beiden Bleche voneinander kann man nur durch besondere Anordnung erreichen, etwa durch Verteilung halbkugelförmiger Hervorragungen, die in die Bleche selbst eingeprefst werden.

Um diese Mängel und zugleich die langsamen Fortbewegungen der Luftströmungen zu eliminieren, gedachte Popper nur die strahlende Wärme zu benutzen, indem ein Kokshaufen in einem Ofen stets nur so stark angefacht wird, dafs er weifsglühend bleibt, dann die eine Seite des Ofens nur durch eine Glimmerplatte zu schliefsen durch ein System grofser Sammellinsen die Wärmestrahlen parallel zu machen und dann Eisenscheiben nahe in den Brennpunkt zu stellen, wobei dann durch Rotation einer durchlochten Scheibe die Wärme abgehalten bezw. durchgelassen werden sollte. — Wollte man solchen Apparat zum besonderen Kuriosum machen, so könnte man statt des Ofens die Sonnenwärme benutzen. — Mit dieser Einrichtung wäre wohl die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme von der Wärmequelle bis zur ganzen Eisenoberfläche eine sehr grofse und mit der der Kraftlinien vergleichbar, aber einerseits wäre die Ausnutzung der Wärmeenergie des Brennstoffes unvollkommen, weil die heifsen Gase unbenutzt weggingen, andererseits wäre es nicht möglich, dem Eisen sehr grofse Oberflächen zu geben; die Leistung der Maschine würde daher abermals eine geringe sein. Die Temperatur der Wärmequelle selbst wäre in diesem Falle allerdings sehr günstig übertragen, aber bei der Abkühlung würde doch wieder ein Luftstrom angewendet

werden müssen, da man doch nicht eine Kältequelle wird benutzen wollen, daher im ganzen die Maschine nur unvollständig verbessert wäre.

Nach allem diesen bleibt für eine Verbesserung nur ein Ausweg übrig, nämlich Nickel an Stelle des Eisens anzuwenden, und zwar nicht nur aus den angeführten Gründen, sondern auch darum, weil Eisen in der hohen Temperatur sehr bald oxydieren und — wie Hammerschlag — abblättern würde.

Als Demonstrationsobjekt führte Stefan 1886/87 im chemisch-physikalischen Verein in Wien auch wirklich einen solchen Magnetmotor mit Nickel vor, hob aber die Notwendigkeit enormer Dimensionierung und geringer Wirtschaftlichkeit desselben, besonders im grofsen, hervor.

Nachdem so die Frage nach Dimensionen und Gewichten der pyromagnetischen Maschine zu ihren Ungunsten — übrigens von Edison selbst auch — entschieden wurde, werde die Ökonomie einer Betrachtung unterzogen.

Sind die Temperaturgrenzen, zwischen denen die Maschine arbeitet, als gegeben angenommen, die übrigens nicht zu geringe Differenz aufweisen dürfen, weil der Wirkungsgrad jeder thermischen Maschine in erster Linie von ihnen abhängt, so ist ein Vergleich der Maschine mit anderen insofern sehr einfach, indem sie zu der mit anderen Maschinen vielfach verglichenen Thermosäule in Beziehung gebracht wird.

Dafs der Procentsatz der Wärmemenge, den eine Thermosäule von der aufgewendeten Gesamtenergie in Elektrizität zu verwandeln vermag, höchst minimal ist, wurde schon oft konstatiert, und die Resultate der bestkonstruierten Thermoelemente erstrecken sich nur auf Bruchteile von Procenten.

Die Ursache dieses geringen Wirkungsgrades liegt, wie Lord Rayleigh gezeigt hat, in dem grofsen Anteil der im ganzen aufgewendeten Wärme, die, ohne elektromotorische Kraft zu erzeugen, einfach als Wärme durch die Metalle von der heifsen zur kalten Berührungsstelle abfliefst. Rayleigh fand durch die Rechnung, dafs eine vollkommene thermodynamische Maschine, die in dem nämlichen Temperaturintervall wie eine Thermosäule arbeitet, nahe an dreihundert mal mehr elektrische Energie entwickeln würde als das Neusilber-Eisen-Thermoelement. Bei einer nach dem günstigsten, dem Carnotschen Kreisprozefs arbeitenden thermodynamischen Maschine kommt

von der ganzen aufgewendeten Wärmemenge, deren Mafszahl Q sein möge, nur ein durch die Formel

$$Q\left(\frac{T-t}{T}\right)$$

dargestellter Energiebetrag zur Anwendung, wenn eben die Ausdehnung gasförmiger Körper, wie bisher ausschliefslich, zur Triebkraft von Wärmekraftmaschinen verwertet wird. T und t bedeuten hier die Messgröfsen der absoluten Temperaturen, zwischen denen der Prozefs vor sich geht.

Dem leichten Abfliefsen der Wärme beim Thermoelement würde der Verlust bei Dampfmaschinen entsprechen, bei denen der Schieber undicht ist, infolgedessen ein Teil der Spannungsdifferenz zwischen Kessel und Kondensator unbehindert ausgeglichen würde. Auch beim Thermoelement kann eine genügend hohe Potentialdifferenz nicht erzeugt werden, weil die Leitung der Metalle ein Anstauen der Potentialien nicht zuläfst; auch hier ist der Abflufs der Leitungsfähigkeit der Metalle und der Temperaturdifferenz der Verbindungsstellen proportional.

Sieht man genau zu, so findet man bei der pyromagnetischen Maschine einen ganz analogen Wärmeverlust; bei ihr findet nicht, wie bei der Thermosäule, eine permanente Erhitzung und Abkühlung an zwei gewissen Stellen des Apparates statt, sondern ein stofsweises, abwechselndes Erhitzen und Abkühlen eines und desselben Metalles, des weichen Eisens. Eine Analogie dazu hätte man, wenn man eine Dampfmaschine so bauen wollte, dafs eine Reihe kleiner Kessel abwechselnd durchs Feuer und Wasser geführt würde. In dieser Beziehung ist der Unterschied zwischen Thermosäule und pyromagnetischem Apparat nur ein formeller, da fliefst die Wärme durch das Metall ab, hier wird sie von halber zu halber Periode zum Abflufs gezwungen.

Es entsteht nun die Frage, ob dieser Wärmeverlust zum Anteil der in elektrische Energie umgewandelten Wärme in ebenso ungünstigem Verhältnis steht wie bei dem Thermoelement.

Edison behauptete zuerst, dafs der Wirkungsgrad seiner Maschine ebenso gut oder besser sei als bei anderen Methoden der Energiewandlung. Die Richtigkeit dieser Behauptung hat sich nicht bestätigt; die Untersuchung Poppers führte für den Wirkungsgrad auf den Wert $\frac{2,5}{10^7}$, der direkt theoretisch noch keine Widerlegung

und Aufklärung gefunden. Stefan jedoch bearbeitete das Problem mit Hilfe des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie, wobei sich der Wirkungsgrad der pyromagnetischen Maschine als ein wesentlich besserer ergab als nach Popper. Den von Edison angegebenen Wert erreicht er jedoch nicht.

Zieht man zu diesem Resultate Parallelen zu den jetzigen kleinen Dampfmaschinen einerseits, insofern es sich um Erzeugung mechanischer Energie aus thermischer handelt, andererseits aber zu den Thermosäulen, wenn elektrische aus thermischer Energie gezeugt werden soll, dann kommen wir zur nachfolgenden Betrachtung:

Unsere kleinen Dampfmaschinen transformieren von der aus der Kohle entwickelten Gesamtverbrennungswärme etwa 2 %; deren Wirkungsgrad wäre mithin gemessen durch

$$\eta_{\text{D. M.}} = \frac{2}{10^2},$$

das Resultat der stolzen Wärmetechnik mit ihrer „Allerweltsmaschine", dem sich allerdings noch viele analoge würdig an die Seite stellen. Berücksichtigt man jedoch den Heizeffekt des Kessels solcher Maschinen, der zu 33 % angenommen werden darf, dann erkennt man, dafs der Dampfmotor als solcher von der faktisch von ihm aufgenommenen Wärme $\frac{6}{10^2}$ nutzbringend verwertet. Bei der Thermosäule Clamonds, die mit Koks geheizt wird, dürfte wohl derselbe Heizeffekt angenommen werden; da nun der totale Wirkungsgrad, wie vorhin erwähnt wurde, 0,5 war, ist die Ausnutzung der inneren Wärme $\frac{1,5}{10^2}$.

Nun verwendet Edison zwei „kleine" Bunsenbrenner und entwickelte damit $1^2/_3$ kgm pro Sekunde; wird deren Gaskonsum nur zu 200 l pro Stunde angenommen, so stellen sie eine Verbrennungswärme von nahezu 165 kgm pro Sekunde dar, so dafs die Mafszahl des Wirkungsgrades der pyromagnetischen Maschine $\frac{1}{10^2}$ gewesen wäre. Der innere Wirkungsgrad, das ist der Wirkungsgrad in Bezug auf die von der Maschine thatsächlich in sich absorbierte Wärme, aber wäre gleich $\frac{4}{10^2}$, wenn der Heizeffekt mit der zweifellos nicht zu niedrig gegriffenen Zahl 0,25 angenommen wird, zu der man wohl berechtigt ist, weil ja doch die ins Freie entweichenden Heizgase eigentlich noch heifser sein sollen als das beinahe in Kirschrotglut

sich befindende Eisen, sonst fände ja Abkühlung desselben an Stelle der Erhitzung statt.

Hieraus erhellt also, dafs die pyromagnetische Maschine zwischen Thermosäule und der kleinen Dampfmaschine stände, wobei noch immer nicht die Arbeitsverluste durch etwa vorhandene Gebläse und dergleichen einbegriffen sind.

Was die weiteren Vergleichspunkte betrifft, so wird die Thermosäule wohl einen kleineren Raum beanspruchen als die pyromagnetische Maschine; sie hat den Vorzug, eine einfachere Konstruktion zu besitzen, nämlich gar keine beweglichen Bestandteile; hingegen ist die Gebrechlichkeit und die Strukturänderung der Thermobatterien ein Mangel, den die pyromagnetische Maschine nur in geringerem Mafse hat, und der nur dann einigermafsen aufgehoben würde, wenn bei der letzteren die Eisen- oder Nickelbleche schnell zu Grunde gehen oder unbrauchbar würden, und man sich dagegen nicht zu helfen wüfste.

Nimmt man die Edisonsche Angabe des Wirkungsgrades als richtig an, so sind doch die dargelegten Schwierigkeiten bei der praktischen Verwendung, sowie die ungewöhnliche Dimensionierung der Maschine Grund genug zu der Behauptung, dafs auf diesem Wege, nämlich durch Wärme zu entmagnetisieren, ein praktischer Fortschritt in der Elektrotechnik gegenüber den heutigen Dynamomaschinen nicht zu erwarten wäre, obschon nicht gesagt werden darf, der Weg sei ein falscher, wie nämlich behauptet wurde. Im „Elektrotechnischen Anzeiger“ fand sich ein diesbezüglicher Aufsatz, an dessen Ende es heifst:

„Die Edisonsche Erfindung hat aber den Mangel, dafs sie mit der Lösung des thermoelektrischen Problems gar nichts zu thun hat, da die in dem Apparate erzeugte elektrische Energie nicht von umgewandelter Wärme herrührt. Es wird nämlich durch die von aufsen gespeisten Elektromagnete ein Quantum Energie erzeugt werden und als Magnetismus in den Röhren aufgespeichert. Sobald nun die Röhren erwärmt werden, kann der Magnetismus in denselben nicht mehr bestehen, er vergeht, indem er sich in andere Energieformen, zu einem Teile in elektrische Energie, umsetzt. Die Wärme spielt also dabei keine andere Rolle, als dafs sie die Bedingung für das Bestehen bezw. Nichtbestehen des Magnetismus abgiebt. Die Quelle des erzeugten Stromes ist somit von aufsen zugeführte Elektrizität, nicht die Wärme. Der von Edison eingeschlagene Weg zur Lösung des grofsen thermoelektrischen Problems ist ein falscher; der richtige

liegt nach einer ganz anderen Richtung. Er ist bezeichnet durch das thermoelektrische Verhalten der Metalle im magnetischen Felde."

Nach unseren Auseinandersetzungen ist die Quelle des erzeugten Stromes aber ganz und gar nur die Wärme, und nicht die zugeführte Elektrizität, welch letzteres ja auch daraus erhellt, dafs man statt der Elektromagnete Stahlmagnete verwenden könnte. Es spielt hier die Wärme dieselbe Rolle wie die mechanische Arbeit bei der Rotation von Spulen zwischen Eisen- oder Stahlmagneten.

Welcher Weg als der „richtige" zu bezeichnen ist, wird wohl noch lange eine offene Frage bleiben.

Der Versuch Edisons ist als mifslungen zu bezeichnen; seine Maschine hat volkswirtschaftliche Bedeutung nicht erringen können und ist wie alles, das einen intensiven Abbau der Naturkräfte nicht zu leisten vermag, spurlos untergegangen, fast ohne ein warnendes Andenken für spätere Generationen zu hinterlassen.

Diese Maschine als Kuriosität überall mit herumzuschleppen, scheint der Welt zu teuer, als wissenschaftliche Studie ist sie leider viel zu wenig bekannt.



Berichtigung.

In dem letzten Abschnitte des Aufsatzes „Himmelskunde und Weissagung" von Prof. Wilh. Foerster sind folgende Berichtigungen einzutragen:

Auf Seite 207 Zeile 11 von oben lies 17 statt 16
„ „ 214 „ 1 „ unten „ 18 „ 17
„ „ 215 „ 5 „ oben „ 18 „ 17.



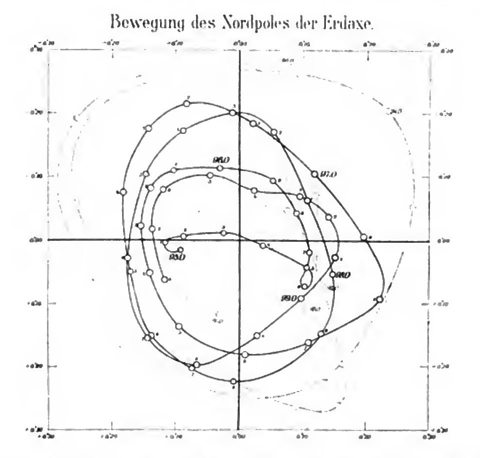
Die Polschwankungen von 1895 bis 1900.

Zu wiederholten Malen haben wir in unserer Zeitschrift (VIII. Jahrg. S. 297, X. Jahrg. S. 562) Nachrichten über kleine periodische Bewegungen des Erdpoles gegeben, deren Entdeckung der neueren Zeit angehört und zu deren Aufklärung seit etwa 10 Jahren von einer Reihe von Sternwarten eine grofse Menge von Beobachtungen der geographischen Breiten nach einem einheitlichen Plane ausgeführt werden. In unserer letzten Mitteilung haben wir berichtet, dafs nach der von Prof. Albrecht am geodätischen Institute in Potsdam vorgenommenen Bearbeitung des bis 1897 vorliegenden Beobachtungsmaterials mindestens für 5 Jahre, von 1890 bis 1895, die Ergebnisse als definitive betrachtet werden dürfen; ferner, dafs der schwingende Pol sich dem mittleren Erdpole seit 1890 immer mehr genähert hat, worauf etwa Anfang 1895 eine Umkehr der Bewegung und eine Vergröfserung der Amplitude, d. h. wieder eine Schwingung nach aufsen gegen die Kurve von 1890 hin, eingetreten ist. Aus der unsere letzte Mitteilung begleitenden Karte war ersichtlich, dafs die Schwingung des Erdpoles sich seit 1890 mehr und mehr verengt hat, und die in der Karte eingetragene Kurve gab auch den Weg an, den die Schwingung bis gegen Mitte 1897 vermutlich nimmt.

Neuestens hat Prof. Albrecht die Untersuchung des weiteren, seit 1897 hinzugekommenen Beobachtungsmaterials der Sternwarten von Tokyo, Kasan, Polkowa, Prag, Potsdam, Lyon, New York, Philadelphia und Washington sowie die definitive Reduktion der Beobachtungen von 1895 bis 1897 vorgenommen und den weiteren Gang der Polschwankungen aus diesem Materiale, welches zum Teil bis oder sehr nahe an 1900 heranreicht, abgeleitet. Zum deutlichen Überblick der Resultate und zum Vergleiche mit der bis 1897 geltenden Kurve haben wir in der nebenstehenden Karte diese letztere Kurve (s. X. Jahrg. S. 563) punktiert eingetragen und die neue daran anschliefsende, welche die Polbewegung von 1895 bis 1900 darstellt, durch eine stark ausgezogene Linie ersichtlich gemacht. Aus der Karte erhellt, dafs

thatsächlich 1895 der schwingende Pol sich dem mittleren am stärksten genähert hat, wie schon aus der früheren Bearbeitung der Beobachtungen zu ersehen war. Durch die definitive Reduktion der Beobachtungen bis 1897 hat sich der Gang der früher angegebenen Kurve nicht wesentlich gegen die definitive Kurve verschoben. Sowohl die eine wie die andere Kurve beweisen, dafs von 1895 ab sich die Amplitude der Schwingung wieder vergröfsert hat, derart, dafs 1897 die weiteste Schwingung erreicht war, dafs diese aber bei weitem

Bewegung des Nordpoles der Erdaxe.



nicht so weit reichte wie im Jahre 1890. Darauf sehen wir von 1897 ab die Schwingung sich immer mehr dem Pole nähern, also die Amplitude wieder kleiner werden, etwa 1900 scheint die gröfste Annäherung bevorzustehen. Die Polschwankungen charakterisieren sich also während der Jahre 1890 bis 1900 durch zwei Perioden, in deren erster sich die Schwingungsamplitude (bis 1895) immer mehr verkürzt hat, während in der zweiten, 1895 bis 1900, eine kleine Vergröfserung der Amplitude (mit einem Maximum 1897) mit darauf folgender Annäherung an den mittleren Pol stattgefunden hat, im ganzen einer weiteren Abnahme der Amplitude um etwa 0,078 Bogensekunden gleichkommend. Die Klarlegung des Gesetzes, nach welchem die

Schwankungen des Erdpoles vor sich gehen, bedarf, da die 10jährige Beobachtungsreihe 1890 bis 1900 uns vorderhand nur einen ersten Einblick gestattet, offenbar noch vieljähriger Verfolgung der Breitenänderungen.

Wie wir ebenfalls in unserem ersten Artikel schon mitgeteilt hatten, läfst sich eine völlig sichere Verfolgung der Gröfse und des Ganges der Polschwankungen nur dann erreichen, wenn eine Reihe eigens ausgewählter Sterne nach einer bestimmten Methode von einer Anzahl Sternwarten aus beobachtet werden, die sämtlich möglichst nahe auf ein und demselben Breitegrade liegen. Dann eliminieren sich die erheblichsten Fehlerquellen der Beobachtung. Die Errichtung einer Reihe solcher astronomischer Beobachtungsstationen auf demselben Parallel rund um die Erde herum ist wiederholt auf den internationalen Erdmessungskongressen erwogen worden. Vor zwei Jahren hat man sich geeinigt und auf Helmerts Vorschlag den Parallelkreis von 39° 8′ n. Br. gewählt. Die zu errichtenden Stationen liegen an diesem Parallel wie folgt: 1. Torre di San Vittorio, auf einer Insel (Carloforte) bei Sardinien, 39° 8′ 12″ Br., 9° östl. Lg 2. Ein Ort 9 km nördlich von Charjui (Turkestan) am Amudarja, 39° 8′ 10″ Br. 63½° Lg. 3. Mizusawa im Kitakamithale (Japan), 39° 8′ ö. Br., 141° Lg. 4. Ukiah (Kalifornien), 39° 8′ ö. Br., 123° westl. Lg. 5. Gaithersburg (Maryland), eine Station an der Bahn Baltimore — Ohio, 39° 8′ 10″ Br., 77° Lg. Hierzu kommt aufserdem noch 6. die Sternwarte von Cincinnati, 39° 8′ 19″ Br., 84° Lg. Die Einrichtung dieser Stationen wird derzeit noch durchgeführt, zum Teil haben aber auch die Beobachtungen an einigen schon begonnen. Reduziert und wissenschaftlich verwertet werden die Beobachtungen im internationalen Erdmessungsbureau in Potsdam.

Unter den verschiedenen Erklärungsversuchen, welche das Zustandekommen der, wie man übrigens sieht, aus mehreren Perioden sich zusammensetzenden Polschwankungen darthun wollen, müssen wir eine neuestens von J. Halm gemachte Hypothese ihrer Merkwürdigkeit wegen erwähnen. Die wechselnde Sonnenthätigkeit, die sich bekanntlich in der Periodizität der Sonnenflecken, Eruptionserscheinungen u. s. w. ausdrückt, und welche einen nachgewiesenen Zusammenhang mit mehreren terrestrischen und kosmischen Phänomenen besitzt (Erdmagnetismus, Polarlichter u. a.), soll nämlich im stande sein, auch die Bewegungselemente der Erde zu beeinflussen. J. Halm glaubt, aus den Vergleichen der Beobachtungen über die Schiefe der Ekliptik seit 1752 mit den Maximal- und Minimaljahren

der Sonnenflecke auf eine periodische Veränderung der Schiefe, konform gehend mit der $11^1/_{10}$ jährigen Sonnenfleckenperiode, schliefsen zu können. Wenn sich aber die Neigung des Äquators gegen die Ekliptik periodisch ändere, müfste auch die Erdachse periodische Bewegungen ausführen, deren Resultat uns in den Beobachtungen über die Breitenvariation entgegentrete. Der Verfasser der Hypothese stützt sich dabei auf die von Chandler für 1856 bis 1898 ausgerechnete Breitenvariation. Abgesehen davon, dafs es sich bei der Frage der Polschwankungen um ungemein kleine Beträge handelt, bei denen es, selbst wenn die zahlreichen Beobachtungen des erwähnten Stationsnetzes abgeschlossen sein werden, erst der Zukunft gelingen dürfte, den Charakter der Periodizität der Polschwankungen zweifelfrei festzustellen, und dafs gegen diese Beobachtungen die Schlüsse, welche man aus dem Material vor 1890 ziehen will, nur mit vieler Reserve in Betracht kommen — scheint uns die Hypothese noch sehr verfrüht. Zuvor müfste der Nachweis gebracht werden, dafs die Mechanik der Bewegungen im Sonnensysteme, im vorliegenden Falle der Erde, gewissermafsen durch Störungen, die ihren Grund in der Sonnenperiode haben, verändert werden könne. Zu einer solchen Veränderlichkeit liegen, selbst wenn man mit Neueren annähme, die Gravitation sei keine konstante Kraft, derzeit noch keine Gründe vor. Ferner hat W. G. Thackeray darauf hingewiesen, dafs die kleine Korrektion, welche der Leverriersche Betrag der Schiefe der Ekliptik etwa bedarf, gegen die Beobachtung sehr regelmäfsig verläuft und jedenfalls keine solchen Perioden in den übrigbleibenden Fehlern zeigt, wie sie die Breitenschwankungen fordern.



Der Wunderquell von Devna.

Während meines diesjährigen Aufenthaltes in Varna am Schwarzen Meere hatte ich Gelegenheit, unter sachverständiger Führung eines mir befreundeten bulgarischen Geographen einen Ausflug nach dem durch seine ganz ungewöhnlich starken Quellen, wie auch geschichtlich berühmten Orte Devna zu machen. Der Weg geht zunächst an der Nordseite des 13 km langen und $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ km breiten Devnasees (einer Limanbildung, daher russisch Devnenskij Liman) landeinwärts, dann bei der Station Gebedje über eine flache Landenge auf das Südufer des sich hier anschliefsenden, krebsreichen Gebedjesees, der zwar $1^1/_2$ km breit und $4^1/_4$ km lang ist, aber nicht so grofs er-

scheint, da er gröfstenteils mit dem auch bei uns als Mauerrohr verwendeten Rohre (Phragmites) bewachsen ist. Die Bahn durchschneidet den See auf einem niedrigen Damme und wendet sich dann aus der bisherigen Westrichtung nordwärts, umgeht in stark gekrümmtem Bogen einen Hügel und endet einige Kilometer östlich von dem Orte Devna. Der Bahnhof steht etwa an der Stelle der von Kaiser Trajan gegründeten Stadt Marcianopolis, die einige Zeit hindurch die Hauptstadt der oströmischen Provinz Moesia inferior war; aus diesem Grunde ist die Gegend oft das Ziel der Archäologen.



Vom Bahnhof aus führt der Weg etwa 1 km nördlich, dann wendet er sich nach Westen, überschreitet bald den Devnaflufs (Devnenska Reka) auf steinerner Brücke und steigt langsam bis Devna an. Wir verlassen jedoch den Weg schon an der Brücke und nehmen uns bei einem der hier befindlichen Hans (mit â; Wirtshäuser, die meist nur Kaffee, Wein und Logis bieten) einen Führer, der uns über ein Mühlengrundstück zur ersten Quelle führt.

Alle diese Quellen sind in verschieden grofsen Becken durch Kalksteinmauern gefafst. Das erste Becken hat eine ovale Gestalt von etwa 15 × 25 m Oberfläche und einen rasch fliefsenden Abflufs von mindestens 0,5 qm Querschnitt; schon diese Zahl läfst einen Schlufs zu auf die gewaltige Wassermenge, welche allein diesem einen

Becken entströmt, und welche an zwei deutlich sichtbaren Stellen dem Erdboden entquillt. Das Wasser ist von einer aufserordentlichen Klarheit, sodafs man die sattgrünen Pflanzen und Algen wie in einem Aquarium auf dem Grunde erstaunlich scharf und greifbar nahe erblickt. Schon hier glaubten wir das Schönste, was uns Devna bieten konnte, gesehen zu haben, doch der Führer verstand es trefflich, uns immer gröfsere Wunder zu zeigen. Nach wenigen Schritten gelangten wir zu einem viel kleineren Becken, das aber eine neue Erscheinung bot: eine Quelle, welche so heftig hervorbrach, dafs sie auf der Oberfläche des Sammelbeckens einen in lebhaftester Bewegung befindlichen Hügel bildete. Die nächsten zwei Quellen imponierten nicht so sehr durch ihre Intensität als durch das enorm grofse Quantum Wasser, welches sie lieferten: der Querschnitt des Abflufskanals betrug über 1 qm!

Als wir diesem Kanale ein Stück gefolgt waren, bog der Führer ab und führte uns zum letzten Quell. Stumm standen wir da, denn wir sahen ein Werk des Meisters der Welten, wie es wohl kein zweites giebt. Rings umgeben von schönem Buschwerk lag unter schattigen Bäumen ein Wasserbecken von 15 m Länge und 3 bis 8 m Breite, das das schönste Aquarium, das man sich nur denken kann, himmelweit übertraf. Angefüllt mit einem Wasser von der herrlichsten grünen Farbe, durchleuchtet von südlicher Sonne, und dabei von einer Klarheit, dafs man die feinsten Fasern der Pflanzen, welche Wände und Boden übersponnen, auf seinem Grunde haarscharf sah! Keine Beschreibung vermag die märchenhafte Pracht zu schildern, kein Bild sie wiederzugeben! So wunderbar klar war das Wasser, dafs wir alle die Tiefe auf höchstens 2 m schätzten, und doch erreichte eine 5 m lange Stange eben noch den Boden! Dort unten sahen wir zum Hineinsteigen nahe die Öffnungen, aus denen das Wasser dem Kalkfelsen mit solcher Gewalt entströmte, dafs es die hineingesteckte Stange mit Leichtigkeit wieder herauswarf.

Menschenhand hatte das Becken geschaffen, und die Natur füllte es mit dem entzückendsten Inhalt — und doch fehlte ihm eins: es gab darin kein Lebewesen. Auch uns warnte der Führer vor dem Genufs des Wassers, da es Fieber erzeuge, und in der That ist das Flufsthal als Fiebergegend bekannt, doch dürfte die Ursache wesentlich in dem sumpfigen Terrain zu suchen sein. In einigen Becken sah ich Frösche, nirgends Fische, wohl aber solche in einer seeartigen Erweiterung des Flusses ca. 100 m unterhalb der Quellen; auch trieben sich hier Enten wohlgefällig auf dem Wasser herum.

Wenn man auf der Karte die Gegend studiert, so scheint es, als

ob der Devnaflufs weiter nördlich bei dem Städtchen Koludscha entspringe, indessen ist dieser Teil bis zu den eben geschilderten Quellen nur ein fadendünnes Bächlein, das kein Mühlrad zu treiben vermag.

Wie anders aber entwickelt es eine staunenerregende Kraft nach Zuflufs der Quellen! Jede einzelne versorgt zunächst eine grofse, mit den modernsten Einrichtungen versehene Mühle mit drei bis fünf Rädern, denen das Wasser oberschlächtig zugeführt wird, wie vorstehendes Bild der von der Hawuhfsquelle, der schönsten aller, in Betrieb gesetzten Mühle erkennen läfst.

Aufser diesen fünf Mühlen giebt es noch mindestens dreifsig mehr oder weniger grofse, so dafs es nicht übertrieben ist, wenn man sagt, dafs die fünf Quellen über hundert Mühlräder treiben! Schon 1640 berichtet Bogdan, der spätere Erzbischof von Sofia, dafs in Fiume Devina 25 Mühlen im Werte von je 5—6000 Scudi (d. h. mehr als 20 000 Mark) in türkischem Besitze seien.

Die Entstehung dieser gewaltigen Quellen läfst sich sofort erklären, wenn man weifs, dafs sie am Fufse eines Kalkplateaus entspringen. Kalkgestein ist ja dafür bekannt, dafs es Bäche und Flüsse in sich verschwinden läfst und dafür wasserreiche Adern in seinem Schofse birgt, die an tief gelegenen Stellen als mächtige Quellen hervorbrechen, wie z. B. die Ruhmequelle südlich von Herzberg am Harz, die auch gleich nach ihrer Geburt zahlreiche Mühlräder treibt. So wird man auch im vorliegenden Falle annehmen können, dafs das Devnawasser von der südlichen Dobrudscha herstammt, die wegen ihrer Armut an Bächen bekannt ist. Mein eingangs erwähnter Freund bereitet eine Monographie darüber vor.

Dr. C. Kafsner.



Die Sonnenkorona auch aufserhalb der totalen Sonnenfinsternisse beobachten zu können, ist seit langer Zeit der sehnliche Wunsch der Astrophysiker. Würden doch die kostspieligen und mühevollen Expeditionen zur Beobachtung totaler Finsternisse ziemlich unnötig werden, wenn es gelänge, die Korona an beliebigen Tagen und Orten in irgend einer Weise zu erkennen, so wie man seit 1869 die Protuberanzen jederzeit im Spektroskop wahrnehmbar macht. Selbstverständlich würde aufserdem das Studium dieser noch immer recht [illegible] Sonnenhülle in aufserordentlich viel schnellerem Tempo

gefördert werden können, wenn man nicht immer wieder nach einer Beobachtung von wenigen Minuten jahrelang auf deren Fortsetzung zu warten brauchte. Indessen sind die diesbezüglichen Versuche von Huggins, Hale und anderen bisher stets ohne Resultat geblieben; die grünen Koroniumlinien sind nicht intensiv genug, um sich bei erleuchteter Atmosphäre von dem kontinuierlichen Spektrum abzuheben, und auch die ultravioletten Strahlungen, die für die Nachweisung der Fackeln mitten auf der Sonnenscheibe so nützlich sich erwiesen haben, versagten ihren Dienst bei der Korona. Darum hat der Pariser Astronom Deslandres jüngst seine Hoffnung auf den entgegengesetzten Teil des Spektrums gerichtet, welcher durch die dunklen Wärmestrahlen gebildet wird.

Er sowohl wie der gewöhnlich mit parallel gehenden Forschungen beschäftigte Amerikaner Hale suchten also die Ausdehnung der Korona in der Umgebung der Sonne durch die Feststellung vermehrter Wärmestrahlung zu erkennen, die sich zu der von der Luft diffus reflektierten Wirkung addieren müfste. Während aber Hale mit Hilfe empfindlicher Bolometer auch auf diesem Wege bisher keine sicheren Ergebnisse zu erzielen vermochte, konnte Deslandres zunächst bei der totalen Sonnenfinsternis des vorigen Jahres in Spanien feststellen, dafs von der Korona thatsächlich eine erhebliche Wärmestrahlung ausgeht, deren Betrag stellenweise bis fast auf die Hälfte desjenigen Wertes stieg, den nach der Finsternis die Strahlung eines in derselben relativen Lage zur Sonne befindlichen Punktes des Himmels zeigte. Es stand demnach zu hoffen, dafs sich mit möglichst empfindlichen Apparaten die Ausdehnung der Korona bei Sonnenschein dadurch könnte ermitteln lassen, dafs die Wärmestrahlung an der Grenze derselben eine plötzliche, deutlich wahrnehmbare Abnahme aufweist. Als feinfühligstes Mittel für diese subtilen Strahlungsmessungen erwies sich nun die Rubenssche Thermosäule, welche aus sehr feinen, zusammengelöteten Drähten von Eisen und Nickel besteht und in Verbindung mit einem hochempfindlichen Galvanometer die difficilsten Temperaturmessungen in tadelloser Weise ermöglicht.

Es gelang Deslandres, auf diesem Wege nachzuweisen, dafs die Wärmewirkungen längs eines Sonnenradius von der Oberfläche aus bis zu 20′ Abstand von derselben am Sonnenäquator stets gröfser waren als an den Polen. Nun ist aber auf Grund vieljähriger Erfahrungen über das Aussehen der Korona bei Finsternissen zu erwarten, dafs dieselbe wegen des gegenwärtig stattfindenden Sonnenfleckenminimums zur Zeit am Äquator erheblich glänzender sein dürfte

wie an den Polen. Demnach scheint der von Deslandres durch zahlreiche Versuche unter veränderten Bedingungen sichergestellte Unterschied der Wärmestrahlung in der nächsten Umgebung des Sonnenballs thatsächlich auf die Koronawirkung zurückgeführt werden zu müssen. Allem Anschein nach ist somit der erste Anfang zur Erkennbarmachung der Korona auch aufserhalb der Finsternisse gethan, wenn auch noch gewaltige Vervollkommnungen dieser Methode nötig sein werden, ehe mit ihrer Hilfe die Umgrenzung und feinere Schattierung des Korona-Phänomens jederzeit wird studiert werden können.
F. Kbr.





B. Weinstein: Die Erdströme im deutschen Reichstelegraphengebiet. Braunschweig bei F. Vieweg & Sohn.

Für seine Untersuchungen standen dem Verfasser die Kabel Berlin—Dresden und Berlin—Thorn zur Verfügung, in welche einerseits ein Rufsschreiber, andererseits ein Siemenssches Galvanometer mit photographischer Registriervorrichtung eingeschaltet waren. Beide Instrumente zeigten aufser einem im wesentlichen konstanten Strome diejenigen Veränderungen an, welche als Variationen in der Intensität der Erdströme angesprochen werden müssen und von denen eine gewisse Abhängigkeit von der Sonnendeklination zu erwarten stand. Es lassen sich nach dem Bericht des Verfassers sowohl regelmäfsige tägliche wie jährliche Schwankungen konstatieren, und es darf nicht unerwähnt bleiben, dafs die gleichzeitige Sichtung und Bearbeitung des magnetometrischen Beobachtungsmaterials soviel Koïncidenzen in den Variationen der Erdströme und des Erdmagnetismus aufweist, dafs eine zufällige Übereinstimmung zur Unwahrscheinlichkeit wird. Vielmehr mufs eine direkte galvanometerartige Beeinflussung der Magnetometer durch Erdströme angenommen und jedenfalls ein grofser Teil der sogenannten magnetischen Störungen auf sie zurückgeführt werden.

Bezüglich der Einzelheiten, wie des theoretischen Teiles, müssen wir auf das Buch selbst und die beigegebenen Tafeln verweisen.
B. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Mafs und Zahl in der Erdgeschichte.

Von Prof. Willi Ule in Halle.

Jeder Regen zeigt uns auf dem Boden eine Reihe an sich unscheinbarer Veränderungen. Dort hat er mehr oder weniger tiefe Furchen geschaffen, hier Sand und Schlamm angeschwemmt. Es sind geringfügige Erscheinungen. Und doch, im Laufe langer Zeiträume summieren auch sie sich zu grofsen Wirkungen, ja zu Wirkungen von erdgeschichtlicher Bedeutung. Dadurch geben sie uns sogar einen Anhalt zur richtigen Abschätzung der analogen Bildungen im Werden der Erde. Sie liefern uns zum Teile die Grundlage für die Messung jener.

Ohne Messen ist aber auch in der Erdgeschichte ein positiver Fortschritt der Erkenntnis nicht zu erwarten. So lange wir nicht an die Erscheinungen der Natur ein Mafs anlegen können, so lange wir sie nicht in bestimmte Zahlen zwängen können, schwebt all unser Wissen über sie mehr oder weniger in der Luft. „Die Zahl regiert die Welt!" so lautet ein altes Wort; sicher herrscht sie im Reiche wissenschaftlicher Forschung. Wir brauchen nur hinzublicken auf die Resultate, die die Astronomie in den letzten Jahrzehnten gezeitigt hat. Hier ist die Forschung noch kaum über die Feststellung von Zahlen selbst hinausgekommen. Nicht viel anders steht es mit der Physik, mit der Chemie und in der Gegenwart auch mit der Zoologie und Botanik. Überall ist das Bestreben vorhanden, das, was man beobachtet hat, in bestimmten Zahlen zum Ausdruck zu bringen.

Auch in der Erforschung der Erdgeschichte macht sich dieses Bestreben geltend. Wir verdanken ihm bereits eine Reihe wertvoller Ergebnisse, die für die weitere Arbeit grundlegendes Material geboten haben. Dazu gehören unter anderem die immer genaueren Bestim-

mungen der Gröfse und der Gestalt der Erde. Es ist bekannt, dafs die Kenntnis dieser Verhältnisse von hohem Werte für die richtige Beurteilung der vorhandenen Theorieen über die Entstehung der Erde ist. Die geistreiche Kant-Laplacesche Theorie ist und bleibt immer nur eine geistreiche Hypothese. Wenn sie allgemeine Anerkennung finden soll, mufs sie durch mefsbare Thatsachen gestützt werden, und diese können wir nur erhalten, wenn wir an die Erde das Mafs anlegen und ihre Gröfse und Gestalt uns in Zahlen veranschaulichen. Das ist in erfolgreicher Weise geschehen. Wir wissen jetzt mit ziemlicher Genauigkeit, dafs unser Planet etwa einen Durchmesser von 12700 km hat, und dafs er eine an den Polen abgeplattete Kugel darstellt. Diese Abplattung, die nur 21 km beträgt, galt immer als eine gewichtige Stütze der Kant-Laplaceschen Theorie; ihre Geringfügigkeit hat aber andererseits auch gerade die Bedenken gegen die Richtigkeit jener Theorie vermehrt, da auch eine feste Masse unter ausreichender Rotationsgeschwindigkeit um einen solchen Betrag an den Endpunkten der Rotationsachse sich abplatten müfste.

Wenn die Erde sich wirklich nach dem von Kant und Laplace gegebenen Schema entwickelt haben sollte, so wäre nach dem Innern der Erde eine Zunahme der Schwere zu vermuten. Aber wer kennt das Innere der Erde? Kein Mensch kennt es; doch wir wissen gleichwohl, wie schwer die Erde ist, und vermögen nun aus dieser Schwere auf die Zusammensetzung der Massen im Innern zu schliefsen. Die Schwere der Erde kennen wir in ganz bestimmten Mafszahlen; wir haben die Erde, so seltsam es auch klingen mag, direkt gewogen. Ihr Gewicht ergiebt sich aus ihrer Anziehungskraft, die wir aus Vergleichen mit der Anziehungskraft anderer, uns ihrer Schwere nach bekannter Körper, z. B. eines Berges oder einer grofsen Bleikugel, ermitteln können. Die Schwere der Erde ist gleich der Anziehungskraft. Das Ergebnis der zahlreichen Bestimmungen der Erdschwere ist ziemlich übereinstimmend; sie ist 5, 6 Mal schwerer als Wasser. Man kann sich von diesem Gewicht nach Lingg eine ungefähre Vorstellung machen, wenn man eine hohle Holzkugel mit Blei und Eisen füllt.

Aus diesem keineswegs geringen Gewicht müssen wir nun allerdings den Schlufs ziehen, dafs die Schwere nach dem Innern der Erde zunimmt; denn die uns bekannte Erdkruste ist im allgemeinen nur 2 bis 3 Mal schwerer als Wasser. Es müssen also in den tieferen Schichten bei weitem schwerere Massen liegen. Ob allerdings die Schwere beständig nach dem Mittelpunkt der Erde zunimmt, wie es die Kant-Laplacesche Theorie fordert, ist immerhin damit noch

nicht erwiesen. Es ist uns eben noch nicht möglich, mit dem Mafs auch in die Tiefen der Erde einzudringen.

Eine andere Stütze jener Theorie der Erdentstehung ist die Zunahme der Wärme mit der Tiefe. Auch hier haben die Forscher Aufklärung gebracht, indem sie messend die Thatsachen festgestellt haben. Es fand sich nach Beobachtungen in Schächten und Bohrlöchern, dafs etwa auf je 33 m Tiefe die Erdschichten eine Erwärmung von 1° zeigen. Eine Wärmezunahme findet also wirklich statt, aber gerade hier ist zur richtigen Beurteilung dieser Beobachtung wieder sachliches Abmessen am Platze. Unsere Kenntnis von der Gröfse der Erde belehrt uns, dafs die in solcher Weise durchforschte Erdschicht nur ein verschwindend kleiner Teil der gesamten Erdmasse ist. Das tiefste Bohrloch bei Paruschowitz in Schlesien geht nur 2000 m tief in die Erde hinein, d. i. kaum $^1/_{4000}$ des Erdradius. Bei einem Globus von 1 m Durchmesser würde das einen Stich in die äufserste Rinde etwa von der Tiefe eines Zehntelmillimeters bedeuten. Es leuchtet ein, dafs es nicht statthaft ist, daraus einen Schlufs auf das Innere des Globus zu ziehen, und in gleicher Weise verbietet uns also auch die geringe Tiefe der Bohrlöcher, etwas von dem Wesen des Erdinnern zu sagen.

So schwebt die Kant-Laplacesche Theorie in der That noch in der Luft, sie kann durch Mafs und Zahl noch in keiner Weise gestützt werden. Wenn wir von dem Werden der Erde und besonders von der Bildung der äufsersten Erdrinde uns ein Bild verschaffen wollen, müssen wir von den Erscheinungen ausgehen, die sich vor unseren Augen entwickeln und die wir daher in ihrem vollen Umfang beobachten und vor allem ihrem Betrage nach in sichere Mafse zwängen können. Nur wenn wir auch in der Erdgeschichte richtig zu messen lernen, werden wir zur wahren Erkenntnis derselben gelangen. Es kommt aber nicht allein auf die Zahlen an, sondern weit mehr noch auf das rechte Mafs, was wir diesen zu Grunde legen. Ein solches können wir aber nur aus den gegenwärtigen Vorgängen, z. B. aus den erwähnten Wirkungen eines Regens, gewinnen.

An der Umgestaltung der Erdoberfläche arbeiten in der Gegenwart zahlreiche Kräfte. Diese lassen sich nach ihrer Lage zur Erde selbst in zwei grofse Gruppen teilen, in Kräfte, die ihren Sitz im Erdinnern haben und die sich in Erdbeben, im Vulkanismus und in der Gebirgsbildung äufsern, und in Kräfte, die von aufsen die Erde angreifen, wozu in erster Linie das Wasser, ferner der Wind und schliefslich auch die Organismen gehören.

Die Kräfte des Erdinnern erscheinen uns unter diesen entschieden als die gewaltigeren — vielleicht nur weil wir sie weniger messen können! Ein Erdbeben, bei dem das Fundament unter unseren Füfsen erzittert, ein Vulkanausbruch, bei dem viele Quadratkilometer Land mit Schutt, Asche und glühender Lava überdeckt werden, ist für unser Gefühl etwas Furchtbares, etwas Gewaltiges. Und doch giebt es unter den Werken, die z. B. das fliefsende Wasser jahraus jahrein schafft, weit beträchtlichere; sie treten nur nicht plötzlich in die Erscheinung und entziehen sich darum unserer unmittelbaren Beobachtung und vor allem unserer Schätzung. Ein ruhig dahinfliefsender Strom ist an sich etwas so Friedliches, und doch trägt der Strom im Laufe der Zeit ganze Berge dem Meere zu und verändert das Aussehen der Erde mehr, als der gewaltigste Ausbruch eines Vulkanes es je gethan hat.

Am geringsten sind offenbar die mefsbaren Umgestaltungen der Erdbeben. Wohl zeigen sich nach einem solchen Risse, Spalten und Senkungen im Boden, aber diese erreichen selten einen grofsen Betrag; sie sind oft so klein, dafs sie dem Laien kaum wahrnehmbar erscheinen und erst von dem messenden Geodäten festgestellt werden können. Gröfsere Bewegungen, wie sie z. B. bei dem Erdbeben von Japan im Jahre 1891 sich eingestellt haben, gehören zu den Seltenheiten und werden dann als Raritäten gleichsam in allen Lehrbüchern durch Bilder veranschaulicht.

Indes gerade diese geringfügigen Änderungen durch Erdbeben sind lehrreich für die Betrachtung der gesamten Erdgeschichte; gerade sie geben uns ein Mafs zur Abschätzung dieser. Nach der Ansicht vieler Geologen sind die meisten Erdbeben tektonischen Ursprungs, das heifst, sie sind durch den Bau der Erde begründet. Die Erdrinde ist von zahlreichen Spalten durchzogen, und längs dieser bewegen sich langsam die Erdschollen abwärts; dadurch entstehen Spannungen, die sich dann plötzlich unter Erschütterung des Bodens lösen. Nun sind thatsächlich die verschiedenen Erdschollen oft um Tausende von Metern in ihrer Lage zu einander verschoben; die oberrheinische Tiefebene ist sogar um mehr als 2000 m zwischen den beiden stehen gebliebenen Horsten, Schwarzwald und Wasgau, eingesunken. Wir dürfen kaum annehmen, dafs eine solche Verwerfung in rascher Bewegung vor sich gegangen ist, sondern die Erdbeben der Gegenwart lehren uns, dafs diese Senkungen ganz langsam sich vollzogen haben. Welche unendliche Zeiträume müssen da vergangen sein, bis eine Stufe von 1000 m gebildet war, selbst wenn sich beständig Beben an Beben reihte.

Ähnliche langsame Bewegungen grofser Landmassen sind auch thatsächlich beobachtet worden. Die erdgeschichtlichen Bildungen auf der Erde lehren, dafs Festland und Meer nicht immer die gegenwärtige Ausdehnung gehabt haben. Überall finden wir auf dem Lande Gesteinsmassen, die nur im Meere gebildet sein können. Das Land mufs also dort einst von einem Meere überflutet gewesen sein. Diese Änderungen der Lage von Wasser und Land zu einander scheinen auch in der Gegenwart noch vor sich zu gehen; denn wir finden an vielen Küsten die Spuren eines früheren höheren Wasserstandes der Meere. Solche Niveauschwankungen werden namentlich durch sogenannte Strandterrassen angezeigt, das sind Terrassen im Ufergehänge, die deutlich von der brandenden Meereswoge geschaffen sind. Wir kennen sie besonders in Skandinavien, wo sie seit langem der Gegenstand genauer wissenschaftlicher Forschung sind. Dort ist aber die Bewegung zum ersten Male auch wirklich ihrem Betrage nach gemessen worden. Der berühmte Astronom Celsius hat in Schweden bereits im Anfange des vorigen Jahrhunderts die Thatsache der Bewegung festgestellt und gemeinsam mit Linné ihre Gröfse ermittelt. Sie befestigten am Fufse eines Felsens an der Insel Löffgrund unweit Gefle eine Marke und konnten sich dann selbst noch an dem Aufsteigen dieser Marke von der Thatsächlichkeit der Strandverschiebung überzeugen. Die Rechnung ergab freilich nur ein sehr langsames Aufsteigen des Landes, nur etwa 1,3 m innerhalb eines Jahrhunderts. Da nun einzelne Strandlinien mehr als 200 m über dem jetzigen Meeresspiegel liegen, so müfste, eine beständig gleichsinnige Bewegung vorausgesetzt, diese schon 15000 bis 20000 Jahre sich vollziehen.

Welche Zeiträume treten da vor unser geistiges Auge, wenn wir unseren Blick auf die gewaltigen Gebirge der Erde richten, die doch sicher ebenfalls keine plötzlichen Bildungen sind? Es giebt noch kein Mittel, diese Zeiträume zu messen, es fehlt uns jeder Anhalt für eine solche Messung, und alles, was darüber gesagt ist, fällt in das Reich der Hypothese.

Allein wenn wir auch nicht die Dauer der Gebirgsbildung ermitteln können, so ist uns doch die Möglichkeit gegeben, wenigstens ihre Gröfse zu bestimmen. Bei jenen Gebirgen, die durch Senkung oder Hebung einzelner Erdschollen entstanden sind, ergiebt sich diese ohne weiteres aus dem Höhenunterschied der gleichaltrigen Schichten, sobald diese nicht noch Störungen in ihrer Lage erfahren haben. Schwieriger gestaltet sich das Problem, wenn die Gebirge Faltungen

der Erdrinde darstellen. Hier erlangen wir ein Mafs für den Vorgang nur, wenn wir die Runzeln im Gesichte der Erde wieder ausglätten. Für die Alpen hat man eine solche Ausebnung der Falten durchzuführen versucht. Man hat dabei festgestellt, dafs die Falten der Gesteinsschichten zwischen Luzern und Lugano ausgeglättet gerade die doppelte Länge einnehmen würden, als der Abstand der beiden Orte jetzt beträgt. Hier ist der Erdumfang in der Richtung der Faltung um rund 120 km verkürzt worden, also um 0,3 pCt. Da man annimmt, dafs der Zusammenschub der Falten durch Einschrumpfung des Erdkernes infolge beständiger Wärmeabgabe in den Weltraum verursacht ist, giebt uns diese Zahl zugleich ein Mafs für den Grad dieser Einschrumpfung. Der Erdradius mufs sich danach um rund 4 km verkürzt haben.

Die Alpen sind aber nur eines der grofsen Faltengebirge der Erde. Die meisten von ihnen entziehen sich jedoch noch einer ähnlichen Berechnung, weil der Betrag ihrer Faltung noch zu wenig sicher ermittelt ist. Immerhin können wir aus dem einen Beispiel der Alpen ein ungefähres Mafs erhalten für die gewaltigen Umänderungen, welche die Erde im Laufe ihrer Geschichte erfahren hat, und die zur Auftürmung ihrer mächtigsten Gebirge geführt haben.

Indes ist es auch hier wieder am Platze, an diese Bildungen das rechte Mafs anzulegen. So gewaltig uns auch die Alpen oder gar der Himalaja als Gebirge erscheinen, im Vergleich zu der gesamten Erde sind es doch verschwindend kleine Gebilde. Auf einem meterhohen Globus würden sie noch kaum mehr als einen halben Millimeter emporragen. Es sind thatsächlich nur kleine Runzeln im Antlitz der Erde! Wehrli giebt an, dafs sich die sämtlichen Gebirge der Erde dem Volumen nach zum Volumen der Kontinente und zum Inhalt der Meere verhalten wie 1 : 80 : 160.

Wie verschwindend klein sind diesen Bildungen gegenüber die vulkanischen Aufschüttungen, die zwar auch ganze Berge und sogar Gebirge geschaffen haben, aber doch niemals solche von der Ausdehnung der Alpen! Die furchtbaren Verheerungen, die vulkanische Ergüsse zuweilen verursacht haben, veranlafsten oft eine Überschätzung der ausgeworfenen Massen. Das hat auch zu falschen theoretischen Schlüssen geführt. Man glaubte, in den Ergufsmassen Ausflüsse des Erdinnern zu erblicken, und gerade diese Annahme hat nicht zum wenigsten der Kant-Laplaceschen Theorie als eine gewichtige Stütze gedient. Mit Recht weist von Fritsch darauf hin, dafs man einer grofsen Ursache da eine verschwindend kleine

Wirkung zuschreiben würde. Nach ihm ist der kleinste Tropfen Blut, der aus der Oberfläche des menschlichen Körpers bei einem Nadelstiche hervorquillt, im Verhältnis zum ganzen ungleich gröfser als die bedeutendsten vulkanischen Ausbruchsmassen im Verhältnis zum Erdganzen. Eine der gewaltigsten Eruptionen ist die des Skaptar Jökul auf Island im Jahre 1783. Es ergossen sich aus seinen Kratern mehrere Ströme von 70—90 km Länge und 22—27 km Breite, bei einer mittleren Mächtigkeit von 30 m, also eine Masse von rund 60 cbkm. Was bedeutet aber dieses Volumen im Vergleiche zu den 1000 Milliarden Kubikkilometer des Erdganzen?

Freilich auch derartige geringfügige Bildungen summieren sich im Laufe der langen Zeit der Erdgeschichte. Unter den gesamten Gesteinsmassen der Erdkruste nehmen daher auch die eruptiven Gesteine einen nicht unbeträchtlichen Teil ein. Sie treten aber doch zurück hinter jenen Bildungen, die durch Umlagerung der ursprünglichen Gesteine infolge der Einwirkung der von aufsen wirkenden Kräfte gebildet sind. Wir bezeichnen sie als Sedimentärgesteine, d. h. als Gesteine, die allmählich auf der Erde abgelagert sind. Wenn wir auch aus den beobachteten Bewegungen der Erdkruste und aus den Gebirgsbildungen den Schlufs ziehen durften, dafs ungeheure Zeiten vergangen sein müssen, bis sie vollendet waren, so fehlt uns doch jede nur einigermafsen genaue Zeitbestimmung, weil wir kein Mafs haben, nach dem wir die Zeiten messen könnten. Etwas besser, wenn auch nur wenig, sind wir da doch den sedimentären Bildungen auf der Erde gegenübergestellt. Die Sedimentation geht noch heute ununterbrochen vor sich; wir können sie fortwährend beobachten und ihren Betrag nach gewissen Zeiträumen annähernd messen. Auf der anderen Seite kennen wir die Mächtigkeit der innerhalb der Erdgeschichte abgelagerten Massen. Ein Vergleich zwischen den gegenwärtigen und den früheren Bildungen mufs immerhin eine Schätzung der letzteren ermöglichen. Freilich auch hier kommen wir zu ganz gewaltigen Zahlen. Die Ablagerungen der ältesten bekannten Formation, der Gneisformation, haben eine Mächtigkeit von etwa 30000 m. Ohne weiteres verbindet sich in uns mit dieser Zahl die Vorstellung ungeheuer langer Zeiträume. Aber zur rechten Beurteilung dieser Zeitspannen ist es erforderlich, sich erst genauer die heutigen, vor unseren Augen vor sich gehenden Bildungen der von aufsen auf die Formen der Erdoberfläche einwirkenden Kräfte zu vergegenwärtigen.

Das Endziel dieser Kräfte ist die Einebnung aller Ungleichheiten auf der Erde. Die hohen, durch Faltung oder Schollenbewegung ent-

standenen Gebirge werden von den Atmosphärilien ununterbrochen benagt, das lockere Material von den Regenbächen, von den Flüssen und Strömen dann thalabwärts getragen und dort in dem ebenen Flachlande abgelagert oder auch in das Meer hinausgetragen. Gleichzeitig fegt auch der Wind einen Teil des gelockerten Felsens mit sich fort und trägt die Trümmer weit hin, um sie an anderen Stellen wieder fallen zu lassen. All diese Vorgänge vollziehen sich noch vor unseren Augen, allerdings meist in Formen, die sich unserer unmittelbaren Beobachtung entziehen. Wir beachten es kaum, wenn ein Sturm vor uns den Staub aufwirbelt, und doch ist dieser scheinbar so unwesentliche Vorgang nicht ohne Bedeutung für die Bildung der Formen im Antlitze der Erde. Es mufs nur noch ein zweiter Faktor hinzutreten, der Faktor Zeit, um die Wirkung des Windes durch stete Summierung schliefslich zu einer augenfälligen zu machen. Die sichtbaren Wirkungen des fliefsenden Wassers und des Windes innerhalb bestimmter Zeiträume liefern uns dann das Mafs, in dem wir die erdgeschichtlichen Vorgänge zu messen vermögen.

Von der gewaltigen Gröfse der durch diese Kräfte bewirkten Abtragung können wir uns ein Bild machen, wenn wir die vorhandenen Gebirge auf Grund der genauen Kenntnis ihres Baues wieder rekonstruieren, wie wir etwa die Ruine eines menschlichen Bauwerkes, auch wenn wir dessen ursprüngliche Gestalt nicht kennen, mit Hilfe bautechnischer Kenntnisse wieder herzustellen vermögen. In Mitteleuropa finden wir heute den Rest eines alten Faltengebirges; es ragt teilweise noch als Gebirge hervor, aber nicht infolge der ursprünglichen Faltung, sondern infolge späterer Schollenbewegungen. Wir erkennen noch die alten Faltungen, z. B. in dem rheinischen Schiefergebirge, im Harz und im Thüringer Wald. Ergänzen wir die übrig gebliebenen Falten wieder, so erhalten wir ein Gebirge, das das jetzige um 4000 bis 5000 m überragen würde. Mitteleuropa wurde also einst erfüllt von einem Faltengebirge, das an Höhe und Mächtigkeit noch das der heutigen Alpen übertraf. Dieses Gebirge ist längst verschwunden, es ist abgetragen worden von jenen Kräften, von dem Winde, dem Regen und von dem Wasser der Meere.

In dem vorliegenden Falle ist es wohl in erster Linie das Meer gewesen, das jenes Gebirge wieder einebnete. Die brandende Meereswoge ist vielleicht die gewaltigste abtragende Kraft auf der Erde. Nach der Ansicht der Geologen vermag sie thatsächlich im Laufe langer Zeiträume ganze Gebirge abzunagen. Man bezeichnet den

Vorgang als Abrasion, die obere Fläche des übrig gebliebenen Gebirgsrumpfes als Abrasionsfläche.

Um eine solche Wirkung der Meereswogen begreifen zu können, müssen wir an dem Strande des Oceans die heutige Arbeit der Wellen betrachten. Jeder, der auf dem Meere gefahren ist, kennt dort die Wucht der Wellen, selbst das gröfste Schiff wird zuweilen ein Spiel derselben. Allein, wenn auch diese Wellen bis zu 9 und 10 m ansteigen, so erscheint auf der See ihre Kraft doch nicht so gewaltig, dafs sie ganze Gebirge abzuschneiden vermöchte. Diese Kraft der Wellen zeigt sich auch nicht auf der offenen See, sie kommt nur am Strande zur Geltung. Die fortschreitende Welle stöfst hier auf ein Hindernis, sie kann sich nicht mehr in ihrer normalen Gestalt entwickeln; infolge der Reibung am Grunde wird die vertikale Bewegung in eine mehr oder weniger horizontale umgesetzt, und in dieser Richtung schlägt dann die Woge mit vermehrter Gewalt auf das Ufer. Wo andererseits plötzlich an Steilküsten die Welle in ihrer fortschreitenden Bewegung unterbrochen wird, da äufsert sich die ganze Kraft sofort in vertikaler Richtung, indem hier die horizontale Bewegung sich mit der vertikalen vereinigt. An solchen Küsten steigt die Brandung oft bis auf 50 m Höhe empor.

Diese Kraft der brandenden Welle ist gemessen worden; unser Urteil über ihre Gröfse schwebt daher keineswegs in der Luft; wir brauchen uns hier nicht mit allgemeinen Ausdrücken wie „ungeheuer", „gewaltig" oder „furchtbar" abspeisen zu lassen, sondern wir können bestimmte Mafszahlen ins Feld führen. Der Engländer Thomas Stevenson hat die Kraft mit einem besonders zu diesem Zweck konstruierten Wellen-Dynamometer gemessen. Es zeigte sich, dafs westlich von Schottland an einem Leuchtturm der horizontale Druck der Welle auf 1 qm 30 bis 35 Meter-Tonnen betrug, also einen Stein von 30 bis 35 000 kg Schwere zu transportieren vermochte. Derartige Leistungen der Meereswogen sind auch thatsächlich beobachtet worden. In Wick auf Schottland wurde bei einem Oststurm im Dezember 1872 der Kopf eines Wellenbrechers zerstört; dieser bestand aus einem Fundament von 3 etwa 100 Tonnen schweren Betonklötzen, die unter sich durch mächtige eiserne Anker verbunden waren und einen, wieder mit ihnen fest verankerten Monolithen von etwa 800 Tonnen Gewicht trugen. Diese gewaltige Masse von mehr als 1 Mill. Kilogramm Gewicht wurde von der heranstürmenden See nicht blofs umgeworfen, sondern auch noch 10 bis 15 m weit von der Stelle bewegt. Es wird angesichts solcher Zahlen begreiflich, dafs in der That bei fortgesetzter

Brandung schliefslich selbst ganze Gebirge dem Meere zum Opfer fallen müssen.

Den Vorgang der Zerstörung können wir an vielen Küsten auch unmittelbar verfolgen. Oft vollzieht er sich so schnell, dafs wir die Änderungen deutlich schon von Jahr zu Jahr wahrnehmen, an anderen Stellen geben uns geschichtliche Überlieferungen den Beweis für die Arbeit des Meeres. Wir Deutsche haben leider Grund genug, die Brandungsarbeit des Meeres zu fürchten. Es war ein vergängliches Gut, was uns die Engländer vor Jahren überlassen hatten, ich meine die Insel Helgoland, ein Stück Zucker gleichsam, an dem das Meer ununterbrochen leckt, bis es dieses in absehbarer Zeit ganz verschlungen haben wird. Helgoland war nach alten Karten, die bis ins 9. Jahrhundert zurückreichen, einst um viele Male gröfser als heute, und die Verkleinerung wird sich auch weiterhin zeigen, wenn auch in verzögertem Tempo infolge der künstlichen Schutzbauten, die aber gewifs ihren Verfall nicht ganz aufzuhalten vermögen. Die Sorge darüber können wir aber getrost unseren Nachkommen überlassen; wir erleben das Ende Helgolands nicht mehr. Auch hier kommen wieder lange Zeiträume in Betracht, wie uns Beobachtungen an anderen Küsten lehren.

Auch an der steilen Kanalküste Frankreichs, an der Bretagne, arbeitet das Meer. Dort dringt es nach mehrfachen Schätzungen alljährlich um 15 bis 35 cm landeinwärts vor. Die Bretagne hat etwa eine Breite von 100 km. Nehmen wir an, dafs im Mittel davon jährlich etwa 25 cm dem Meere verfallen und dafs die Brandung von beiden Seiten gleichmäfsig vorschreitet, so würde nach einem Zeitraum von etwa 200 000 Jahren diese Halbinsel Frankreichs verschwunden sein. Was sind aber 200 000 Jahre innerhalb der Erdgeschichte? Es erscheint demnach durchaus begreiflich, dafs das Meer thatsächlich ganze Gebirge abrasiert hat.

Selbst die doch weit zahmere Ostsee nagt an unserer preufsischen Küste mit grofsem Erfolge. Das Wasser hat uns am samländischen Strande bei Königsberg ja einen wertvollen Schatz, den Bernstein, aufgedeckt und wäscht uns noch immer aus dem Boden das geschätzte Mineral aus. Der jährliche Betrag der Abnagung durch das Meer wird hier etwa auf $^1/_3$ m geschätzt. Da das Samland nur eine Breite von etwa 30 km hat, so würde hier schon in einem Zeitraum von rund 90 000 Jahren alles Land dem Meere zum Opfer gefallen sein.

Das Meer arbeitet aber nicht blofs an den Steilküsten in solcher Weise, auch die Flachküsten unterliegen seiner Macht, wie uns die

niederländisch-deutsche Nordseeküste lehrt. Der einstige Dünenwall, der das Land hier begrenzte, ist durch das Meer noch innerhalb der historischen Zeit zerrissen worden in einzelne Inseln, und noch ein grofser Teil des Hinterlandes ist vom Meere fortgespült worden. So wurde das jetzt wieder trocken gelegte Haarlemer Meer und der Dollartbusen im 13. Jahrhundert, die Zuidersee sogar erst im 15. Jahrhundert gebildet. Man schätzt hier den Gesamtverlust an Land auf etwa 9000 qkm, also ein Land von der Gröfse des Grofsherzogtums Hessen.

Aber das Meer vernichtet nicht nur, es baut auch neues Land auf. Zahlreiche Dünenküsten und Nehrungen dienen als Zeugen dieser Landvermehrung. Allein sie entziehen sich noch der Berechnung, weil es uns noch nicht gelungen ist, ihre Gröfse mit genauen Mafsen festzustellen.

Zu diesen Bauwerken des Meeres haben wir auch die zu zählen, die das Meer erst mittelbar schafft durch die Tiere, die in ihm leben. Wir Deutsche haben hier allen Grund, dem Meere dankbar zu sein. Was es uns bei Helgoland nimmt, hat es uns in der fernen Südsee reichlich wieder geschenkt und schenkt es uns noch immer von neuem. Grofse Teile unserer Besitzungen in der Südsee sind derartige Bauwerke des Meeres, es sind Korallenbauten, die dort eine beträchtliche Landfläche einnehmen. Als Darwin diese Inseln zum ersten Male kennen lernte, schrieb er unter dem frischen Eindrucke des Gesehenen in sein Tagebuch die Worte: „Wir sind erstaunt, wenn Reisende uns von den gewaltigen Gröfsenverhältnissen der Pyramiden und anderer grofser Ruinen erzählen, aber wie vollkommen geringfügig sind die gröfsten derselben, wenn wir sie mit diesen Bergen aus Stein vergleichen, die durch die Thätigkeit verschiedener winziger und zarter Tiere angehäuft sind?“ Es ist in der That bewunderungswert, was diese fast mikroskopisch kleinen Lebewesen im Laufe der Zeiten für Riesenbauwerke hervorgebracht haben. Finden wir doch in den Ablagerungen früherer Erdperioden Bänke von Korallenkalk in der Mächtigkeit von Hunderten von Metern. Aber leider fehlt uns auch hier noch das rechte Mafs zu weiterer vergleichender Betrachtung. Solange es uns nicht gelingt, zu ermitteln, wie viel die Korallentiere in einem bestimmten Zeitraum an Kalk aufzuschichten vermögen, bleiben wir bei dem blofsen Erstaunen über ihre Leistungen stehen, kommen aber nicht weiter in der Erkenntnis vorwärts.

Nicht anders steht es mit den Ablagerungen des Diatomeen- und Foraminiferenschlammes auf dem Meeresgrunde. Die Foraminiferen

haben uns in der Kreide mächtige Gesteinsschichten hinterlassen; allein wir vermögen die Bedeutung dieser Bildungen für die Erdgeschichte ebenfalls nicht zu beurteilen, weil uns noch jedes Mafs dafür fehlt.

Wie das Wasser des Meeres, so arbeiten auch die Wasser auf dem Lande an dem festen Gestein, tragen es ununterbrochen ab und schleppen das gelockerte Material von Ort zu Ort. Diese Vorgänge vollziehen sich vor unseren Augen und hinterlassen uns überall ihre Spuren. Gerade aus solchen vermögen wir einen Schlufs auf ihre Gesamtleistung zu ziehen. An sich erscheint die Wirkung der ablagernden und abtragenden Kraft der Gewässer und der übrigen sie unterstützenden Faktoren oft gering, indes in ihren Jahrtausende alten Leistungen werden sie doch gewaltig. Die Alpen zeigen uns längst nicht mehr die vollkommenen Schichtfalten, ein grofser Teil davon ist verschwunden, Wind, Regen und das fliefsende Wasser haben die Schichten fortgetragen. Ergänzen wir aber aus den vorhandenen Resten die alten Falten wieder, so ergiebt sich etwa eine Höhe von 3000 m. Um so viel sind die Alpen seit ihrer Auffaltung wieder erniedrigt worden. Das weggetragene Material ist nicht verloren gegangen, es liegt zum Teile am Fufse des Gebirges im Norden und Süden und bildet dort den Untergrund der breiten Ebenen, der oberdeutschen Hochebene und der Po-Ebene.

Am wenigsten augenfällig sind die Wirkungen von Wind und Wetter, die wir als Verwitterung bezeichnen. Unter dem Einflusse der wechselnden Temperatur und Feuchtigkeit der Luft zersetzen sich die Gesteine unmerklich, aber erst nach langen Zeiträumen sehen wir sie zerfallen. Aber wenn auch dieser Vorgang sich der direkten Beobachtung fast entzieht, so kommt er in langen Zeiträumen doch ebenfalls deutlich zur Geltung. Das Resultat sind die zahlreichen Felsmeere und Blockanhäufungen auf den Höhen der Gebirge. Die Verwitterung hat das Gestein zertrümmert, nur noch die festeren Blöcke haben ihrer Kraft widerstanden und sind in wirrem Durcheinander liegen geblieben.

Diesen fast wie das Wachsen der Pflanzen unsichtbaren, aber doch mit der Dauer erkennbaren Wirkungen der Verwitterung und der Denudation stehen freilich riesengrofs die Werke des fliefsenden Wassers gegenüber. Wir sehen den Schlamm in der Trübung des Wassers, wir sehen an den Ufern die Anschwemmungen von Sand und Kies und hören wohl auch am Grunde das Rollen der Steine. Hier liegt wieder eine Erscheinung vor, an die wir messend heran-

treten können. Wir vermögen die Mengen, die ein Flufs als Trübungen thalabwärts führt, direkt zu wägen, wir können ebenso die Massen ermitteln, die das fliefsende Wasser in seinem Bett und auf seinen Uferländern ablagert.

Die Schlammmassen, die die Flüsse alljährlich zum Meere tragen, sind mehrfach bestimmt worden; sie sind in einzelnen Strömen ganz gewaltige. Der Mississippi trägt nach den zuverlässigsten Berechnungen im Laufe eines Jahres 350 Mill. Tonnen oder etwa 100 Mill. Kubikmeter Schlamm ins Meer. Dementsprechend wächst natürlich auch ununterbrochen sein Delta. Ähnliche Zahlen liefern uns der Ganges, Indus und Yangtsekiang. Solche Massen sind für uns jedoch zunächst noch vollständig unbegreiflich; die Zahlen, die man uns für den Schlammtransport der grofsen Ströme angiebt, sind leere Zahlen; wir begreifen sie erst, wenn wir sie mit vorhandenen Gröfsen vergleichen. Da bedeutet nun die Arbeit des Mississippi als Schlammträger, dafs er in dem kurzen Zeitraum von 5000 Jahren etwa eine Masse gleich der des heutigen Thüringer Waldes zum Meere geführt hat. Dieser Vergleich veranschaulicht uns klarer als Worte und Schilderungen, welche Bedeutung neben den Meeren auch den Flüssen bei der Gestaltung der Länder im Laufe der Erdgeschichte zukommt. Aus der Gröfse der Ablagerungen früherer Erdperioden werden wir zugleich auf die Gröfse der damaligen Ströme wie auf die Dauer ihrer aufschüttenden Thätigkeit schliefsen können.

Man hat aus den Anschwemmungen des Po berechnet, dafs dieser Flufs innerhalb des Zeitraumes von 2200 Jahren sein Sammelgebiet um 1 m erniedrigt. Für die Rhone ergab dieselbe Rechnung einen Zeitraum von 5000 Jahren. Für das gesamte Festland ist der Betrag der Abtragung ebenfalls geschätzt worden. Man glaubt, dafs dieses etwa in 10000 Jahren um 1 m an Höhe verliere.

An dieser Arbeit nimmt auch das Wasser in gefrorenem Zustand als gleitender Eisstrom teil. Über den Betrag der Gesteinsabtragung der Gletscher sind wir jedoch noch wenig sicher unterrichtet. Der Vorgang erfolgt unter dem Eise und entzieht sich darum unserer Beobachtung. Nur wo der Gletscher sich zeitweise oder dauernd zurückzieht, sehen wir seine Wirkungen; aber es ist dann schwer zu entscheiden, wie weit die sichtbar gewordenen Bildungen wirklich dem Eise zuzuschreiben sind. Wir sehen den Felsen überall geglättet und abgeschabt, vermögen jedoch nicht zu beurteilen, ob dieses Abhobeln der Gesteinsmassen in gröfserer Mächtigkeit erfolgt oder nicht. Über den Betrag der Gletschererosion gehen daher die Meinungen noch

weit auseinander. Mehr Übereinstimmung herrscht dagegen über die Leistungen des Gletschers als Träger der gelockerten Gesteinsmassen. In den einst vergletscherten Gebieten, wie auf der oberdeutschen Hochebene und auf dem baltischen Höhenrücken Norddeutschlands, lagern in mächtigen Schichten die Ablagerungen des einstigen Gletschers, der auf seinem Rücken und teils auch in seine Eismassen eingeschlossen grofse Mengen von Schutt aus dem Gebirge in das Vorland verschleppt hat. Auf dem baltischen Höhenrücken am Südrand der Ostsee liegen auf dem Grundgebirge vielleicht über 5000 cbkm Gletscherschutt, also so viel Material, als der Mississippi erst innerhalb 50000 Jahren etwa an seiner Mündung ablagert. Der baltische Höhenrücken ist aber nur ein kleiner Teil der Massen, die während der Eiszeit die nordischen Gletscher nach Deutschland verfrachtet haben.

Nicht immer vollziehen sich die Gesteinsumlagerungen infolge der Wasserwirkung so langsam wie in den erwähnten Fällen. Oft lockert das Wasser nur den Untergrund grofser Erdmassen, und diese stürzen dann auf einmal gemeinsam abwärts. Diese Bergstürze gehören neben den vulkanischen Eruptionen zu den gewaltigsten Naturereignissen der Gegenwart. Doch sie sind im Vergleiche zu den übrigen Leistungen der von aufsen wirkenden Kräfte verschwindend klein. Bei dem furchtbaren Bergsturze von Elm im Jahre 1881, bei dem über 100 Menschen vernichtet wurden, sind doch nur etwa zehn Millionen Kubikmeter Gestein abgestürzt. Bei Goldau im Jahre 1806 sind nach den zuverlässigsten Berechnungen etwa 15 Millionen Kubikmeter bewegt worden. Das sind an sich zwar sehr ansehnliche Zahlen, sie treten aber hinter jenen, die uns die Arbeit der grofsen Ströme veranschaulichen, erheblich zurück. Mehr Achtung gebührt da schon einem vorgeschichtlichen Bergsturze, dessen Wirkung auch heute noch nicht verwischt ist. Das ist der Bergsturz bei Flims in Graubünden, bei dem eine Masse von 15 cbkm, also die 10000fache Masse als bei Goldau, in das Rheinthal gefallen ist. Die Trümmer haben das Thal 700 m hoch bedeckt, und noch hat der Rhein sie nicht wieder bis zum Grunde durchschnitten.

Den Bergstürzen vergleichbar sind die Schuttströme der Gebirge, die an äufserem Umfange jenen zwar nachstehen, sie aber dadurch meist an Wirkung übertreffen, dafs sie sich häufig wiederholen und dann in ihrer Summierung als gewaltige Erscheinungen hervortreten. Es ist ja bekannt, dafs namentlich in Kalkgebirgen die Schuttströme verheerend auftreten. Vielfach sind sie durch unvorsichtiges Ab-

holzen noch vermehrt worden. In den französischen Kalkalpen sind die Thäler zu einem grofsen Teile von Schutt überschüttet, völlig vermurt, so dafs sie vielfach ganz entvölkert sind und man sich genötigt gesehen hat, gegen die weitere Vermurung Vorkehrungen zu treffen, um das Land nicht ganz veröden zu lassen. In der Schweiz fanden im Gebiet der Linth oberhalb des Züricher Sees alljährlich so furchtbare Verheerungen durch die Schuttablagerungen dieses Flusses statt, dafs man auch hier gezwungen war, Mittel zur Ableitung der Schuttströme zu schaffen. Man erreichte diese Ableitung dadurch, dafs man die Linth durch einen Kanal in den Walensee führte, in den sie nun ihre Geröllmassen werfen kann. Es wird diese Abänderung der natürlichen Gesteinsablagerung allerdings schliefslich zu der Ausfüllung jenes Seebeckens führen. Aber dann haben wir uns selbst gleichsam ein Mafs zur Bestimmung des Gesteinstransportes in den Gebirgsflüssen geschaffen; denn wir kennen heute genau die Gröfse des Walenseebeckens und können nun aus der Verkleinerung dieses die Gröfse der Schuttablagerung innerhalb bestimmter Zeiträume ermitteln.

Versuche, die alljährlichen Ablagerungen in den Seen genau zu messen, liegen mehrfach vor. Albert Heim hat im Vierwaldstätter See sogar auf sinnreiche Weise den Schlammabsatz am Grunde ermittelt; es fand sich, dafs sich hier im Laufe eines Jahres etwa eine 1,5 cm mächtige Schlammschicht absetzt. Da der See rund 215 m tief ist, so würde er also in einem Zeitraum von 15 000 Jahren ausgefüllt sein. Diese Rechnung veranschaulicht uns deutlich, dafs die Seen überall nur ein sehr vorübergehender Schmuck der Landschaft sind.

Am geringsten erscheint uns unter den Wirkungen der von aufsen schaffenden Kräfte im allgemeinen wohl diejenige des Windes. Allein auch darin täuschen wir uns; sie sind weit bedeutender, als wir, allerdings ohne zu messen, annehmen. Durch die Untersuchungen des Geologen Walther haben wir erfahren, dafs in der Wüste der Wind ein ganz gewaltiger gestaltender Faktor ist, der dort sogar in erster Linie die Formen des Bodens bestimmt. Auch die Wanderungen der Dünen an den Meeresküsten lehren uns die geologische Bedeutung der Luftbewegung. Der Wind trägt wie das Wasser nicht nur Gesteinsmaterial fort, sondern lagert naturgemäfs auch dieses an anderen Orten wieder ab. So geringfügig auch eine solche einzelne Staubablagerung sein mag, so mächtig werden doch diese äolischen Bildungen, wenn sie sich wiederholen und sich in langen Zeiträumen Staub auf Staub absetzt. Man führt die Bildung des sogenannten Löfs auf die Wirkung des Windes zurück. Bei uns erreichen die Löfsab-

weit auseinander. Mehr Übereinstim[illegible]
Leistungen des Gletschers als Tr[illegible]
In den einst vergletscherten [illegible]
Hochebene und auf dem [illegible]
lagern in mächtigen Sch[illegible]
schers, der auf seinem [illegible]
geschlossen grofse [illegible]
land verschlepp[illegible]
der Ostsee [illegible]
Gletscher[illegible]
halb 50[illegible]
Höhe[illegible]
der [illegible]
b[illegible]

[illegible] aber in Nordchina sind die
[illegible] mehr als 600 m von Löfs be-
[illegible] derartige Anhäufung

[illegible] auf der Erde führt
[illegible] vor Augen, ja die Resultate
[illegible] eine rechte erdgeschichtliche
[illegible] die Bildungen nicht nur nach
[illegible] ihrer Dauer zu bestimmen. Nur
[illegible] auf eine der interessantesten Fragen
[illegible] die Antwort auf die Frage: wie alt
[illegible] Erdgeschichte?

[illegible] Reihe von Versuchen vorliegt, das Alter
[illegible] Die Ergebnisse weichen ganz gewaltig von-
[illegible] zwischen 20 Millionen und 600 Billionen
[illegible] des Resultates nicht zu verwundern.
[illegible] sich alle die bisherigen Berechnungen
[illegible] und hypothetische, dafs man aus ihnen ge-
[illegible] was man will. Viele der Rechnungen stützen
[illegible] noch immer auf die Kant-Laplacesche Theorie,
[illegible] gesehen haben, noch durch nichts zwingend er-
[illegible]

[illegible] Mittel, das Alter der Erde zu bestimmen, das
[illegible] der Mafse, die wir aus den gegenwärtigen Bil-
[illegible] haben, auch auf die Bildungen der vergangenen
[illegible] Dieser Weg ist bereits beschritten und hat
[illegible] geliefert.

[illegible] dafs die jüngste Zeit der Erdgeschichte, die
[illegible] der diluvialen Gletscher beginnt, nur einige Jahr-
[illegible] Diese Zeit ist auf verschiedene Weise bestimmt
[illegible] der verschiedenen Berechnungen stimmen aber
[illegible] Am bekanntesten ist die Ermittelung aus dem Thale des
[illegible] des grofsen Falles. Die Bildung dieses Thales
[illegible] die postglaciale Zeit hinein. An dem gegenwärtigen
[illegible] des Falles haben wir aber ein Mafs für die Be-
[illegible] der Dauer der ganzen Bildung der Rinne. Die gefundenen
[illegible] schwanken zwischen 10000 und 35000 Jahren. In der Schweiz
[illegible] Heim aus den Ablagerungen der Muotta im Vierwald-
[illegible] die ebenfalls nur bis zum Ende der Eiszeit reichen, einen
[illegible] von mindestens 16000, höchstens 32000 Jahren berechnet.

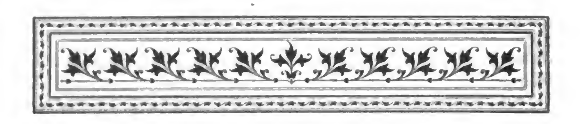
Ähnliche Werte hat Brückner aus den Deltabildungen zwischen Brienzer und Thuner See gewonnen.

Das sind annähernd feststehende Zahlen, aus denen wir uns zu-.ch einen Begriff bilden können über die Länge der Zeiten, in welchen sich die Erdgeschichte entwickelt hat. Denn wir wissen, dafs die Neuzeit der Erde nur ein verschwindend kleiner Teil der unendlich langen Erdgeschichte ist. Wenn schon diese Periode 20 Jahrtausende etwa gedauert hat, dann müssen wir den voraufgegangenen Perioden, innerhalb derer Schichten von 30 km Mächtigkeit abgelagert wurden, ohne Bedenken viele Jahrmillionen zusprechen.

Man hat auch versucht, die Länge der Eiszeit selbst zu bestimmen. Dazu gaben die diluvialen Ablagerungen in der Po-Ebene, deren Mächtigkeit auf etwa 100 m geschätzt wird, sowie die ebenfalls diluvialen Ablagerungen in der Theifsniederung einigen Anhalt. Man hat daraus etwa 500000 bis 600000 Jahre berechnet. Dieses Ergebnis ist schon weit ungenauer, lehrt uns aber doch, dafs in der Erdgeschichte „1000 Jahre wie ein Tag“ sind.

Mehr als diese Zahlen haben wir zur Zeit aus der Beobachtung der gegenwärtigen Erscheinungen auf der Erde nicht gewonnen, aber gleichwohl ersieht man aus allen jenen in bestimmten Werten nach Mafs und Zahl ausgedrückten Thatsachen, dafs ein solches Verfahren der einzige Weg ist, der uns hier zur wahren Erkenntnis führen kann. Für die Erdgeschichte gelten mehr denn wie für alle anderen Zweige der Naturwissenschaft die Worte des Physiker Benzenberg: „Zahlen beweisen!“ Sie beweisen und eröffnen uns zugleich die weitere Erkenntnis. Mafs und Zahl sind hier „der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht!“





Die modernen Methoden zur Erforschung der Atmosphäre mittels des Luftballons und Drachen.

Von **Richard Assmann** in Berlin.

(Schlufs.)

Schon vor Franklin, der bekanntlich im Jahre 1752 den Drachen zu seinen Experimenten über die Gewitter-Elektrizität benutzt hatte, war der Drachen von Alex. Wilson im Jahre 1748 in Schottland zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet worden. Erst im Jahre 1883 nahm Professor E. Douglas Archibald in London die Methode wieder auf, zunächst um kleine Anemometer in Höhen von 300 bis 500 m zu heben. Später ergriff man in Nordamerika mit der dort üblichen Energie die Angelegenheit von neuem, und nach Vorarbeiten von Alexander Mc. Adie im Jahre 1885 und 1891 begann William A. Eddy in New-York im Jahre 1894 seine erfolgreichen Experimente, die er bald darauf am Blue Hill Observatory des Herrn A. Lawrence Rotch fortsetzte und letzteren hierdurch zur weitestgehenden Ausbildung der Methode veranlafste. Die erreichten Höhen wurden immer gröfser und die Aufstiege immer länger, so dafs man bald in dem Verfahren ein höchst wertvolles Hilfsmittel für die atmosphärologische Forschung erkannte. Das „Weather Bureau" in Washington richtete infolgedessen einen entsprechenden Dienst in 17 über die Vereinigten Staaten verteilten Stationen unter Leitung des ausgezeichneten Gelehrten Prof. Marvin ein. Seit dem Jahre 1896 begann nun auch der unermüdliche Teisserenc de Bort in Trappes mit Drachen-Experimenten in grofsem Mafsstabe, die bald denen am Blue Hill Konkurrenz machten. Zur Zeit ist die gröfste von Herrn Rotch erreichte Höhe 4860 m, während Herrn Teisserenc de Borts Drachen bereits bis zu 5300 m vorgedrungen sind.

Diese Erfolge konnten, nachdem man in Berlin die gröfste Reihe wissenschaftlicher Ballonfahrten, die jemals ausgeführt worden ist, zum vorläufigen Abschlufs gebracht und deren Ergebnisse in einem

grofsen Werke unter dem Titel „Wissenschaftliche Luftfahrten“*) den Fachgenossen vorgelegt hatte, nicht unbeachtet bleiben, und in Erwägung des Umstandes, dafs eine dauernde Institution nicht wohl, wie die bisherigen grofsen Experimente, auf der Grundlage fortgesetzter Gnadenakte Seiner Majestät des Kaisers aufgebaut werden konnte, nahm das Königliche Meteorologische Institut Veranlassung, die Einstellung von Mitteln für ein Aëronautisches Observatorium in den Staatshaushalt des Jahres 1899 zu beantragen, das in ähnlicher Weise wie in Amerika und Frankreich, aber zunächst in bescheidenen Grenzen, bestimmt sein sollte, thunlichst zusammenhängende Beobachtungen aus den bis zur Höhe von etwa 4000 m reichenden Luftschichten zu gewinnen.

Wie zu erwarten, entsprach der preufsische Landtag dem Antrage ohne jede Verkürzung, und der mit der Ausführung und Leitung der Arbeiten beauftragte Verfasser konnte nach Überwindung mannigfacher Schwierigkeiten im Sommer, Herbst und Winter 1899 an die Ausführung der baulichen und maschinellen Einrichtungen herantreten.

Es liegt nicht im Plane dieser Darstellung, eine ausführliche Beschreibung des nunmehr geschaffenen Aëronautischen Observatoriums zu veröffentlichen; vielmehr erscheint es nur opportun, an dieser einem wissenschaftlich denkenden Leserkreise offenen und vorbehaltenen Stelle ein knappes Bild der diesbezüglichen Einrichtungen zu geben, wie sie vor den nördlichen Thoren Berlins, in der ziemlich weltverlorenen Einsamkeit der „Jungfernheide“ genannten Waldungen, entstanden sind.

In dem südlich vom Tegeler Schiefsplatze liegenden Gelände dieses Forstreviers wird zum Oktober 1901 die bisher am Tempelhofer Felde stationierte Militär-Luftschiffer-Abteilung ihren neuen und, sowohl was Raum als was Bauten anlangt, grofsartig angelegten Übungsplatz haben. Da man aus der räumlichen Vereinigung dieser Abteilung mit dem ausschliefslich wissenschaftlichen Zwecken dienenden Aëronautischen Observatorium glaubte Vorteile erwachsen zu sehen, wurde für das letztere das unmittelbar benachbarte, nur durch die Chaussee getrennte Gelände hart am Tegeler Schiefsplatz ausgewählt,

*) „Wissenschaftliche Luftfahrten“, ausgeführt vom Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. Unter Mitwirkung von O. Baschin, W. von Bezold, R Börnstein, H. Grofs, V. Kremser, H. Stade und R. Süring herausgegeben von Richard Assmann und Arthur Berson. In 3 Bänden. Braunschweig 1899 und 1900 bei Friedr. Vieweg & Sohn.

und vom Reichs-Militärfiskus in entgegenkommendster Weise an das Königliche Meteorologische Institut verpachtet.

Nachdem die im Sommer und Herbst 1899 erfolgten vorbereitenden Experimente gezeigt hatten, dafs wegen der umgebenden Waldungen und der Nähe der militärischen Übungsplätze ein halbwegs ungestörter Dienst nur dann zu ermöglichen sei, wenn man den Ausgangspunkt der die Drachen und Drachenballons haltenden Drähte und



Fig. 2. **Windenturm mit Lamson-Drachen.**

Kabel in eine ausreichende Höhe verlegte, um weder in den Bäumen der Umgebung, noch zwischen den in der nächsten Nähe übenden Truppen hängen zu bleiben, mufste das ursprüngliche Programm entsprechend umgestaltet werden, das sich den in Trappes studierten Einrichtungen anschliefsen sollte. So wurde für uns der Bau eines 26 m hohen hölzernen Turmes zur Notwendigkeit, von dessen Plattform aus die Drähte und Kabel ausgehen, wodurch bei den ohnehin knapp genug bemessenen Mitteln die Kosten sehr erheblich und in unerwarteter Weise erhöht wurden.

Fig. 2 zeigt den nur in seiner unteren Hälfte bekleideten, sonst wegen der Verminderung des Winddruckes als offenes Gerüst konstruierten Turm, in dessen Mitte ein mit Fenstern nach allen Seiten versehener Raum die Kabelwinde enthält, auf der gegen 10 000 m verzinkter Stahldraht, sogenannter Klaviersaitendraht von 0,9 bis 1,1 mm Durchmesser bereit ist, mit einer Reihe von Drachen in die Lüfte gehoben zu werden. Diese Winde, von der Fabrik des unver-



Fig. 3. Elektrisch betriebene Kabelwinde mit Dynamograph.

geſslichen, im Dienste seiner Lebensaufgabe rühmlich zu Grunde gegangenen Otto Lilienthal verfertigt, wird durch Fig. 3 dargestellt: von einer Vorratstrommel rollt sich der Stahldraht über zwei „Druckaufnahme-Rollen" ab, passiert an der Decke des Raumes zwischen zwei Rollen ein Dynamometer, das auf der in der Zeichnung sichtbaren, durch ein Uhrwerk bewegten Trommel mittels eines Schreibhebels den durch die Drachen am Draht ausgeübten Zug in Kilogrammen aufzeichnet; danach tritt er durch die Decke des Zimmers und

weiterhin durch die Achse des Turmes und läuft, an dessen oberer Plattform über und zwischen Rollen geführt, durch einen leicht drehbaren Arm aus. In Fig. 2 bemerkt man rechts vom Turme einen in dieser Weise gefesselten grofsen Drachen Lamsonscher Konstruktion.

Bei der Beurteilung der bei diesen Arbeiten zu lösenden Aufgaben mufs man sich zunächst von der Anschauung frei machen, als ob es sich um eine etwas ernstere Wiederholung der bekannten Jugendbelustigungen mit Drachen handele. Um Registrierapparate, die, wenn auch noch so leicht gebaut, immerhin 1,2 bis 1,5 kg wiegen, sicher bis zu 1000 m in die Höhe zu heben, ist eine tragende Drachenfläche von wenigstens 8 qm und ein Wind von mindestens 7 bis 8 m per Sekunde Geschwindigkeit erforderlich, da das Gewicht einer solchen Fläche selbst bei bester Konstruktion nicht unter 5 bis 6 kg, und das des hierzu erforderlichen Drahtes gegen 8 kg beträgt: hiernach sind in Summa 15 bis 16 kg Gewicht durch den Wind zu heben. Rechnet man, wie dies experimentell ermittelt ist, die Tragewirkung etwa als die Hälfte des an dem Draht erfolgenden Zuges, so kommt man schon bei diesen unteren Grenzen eines Drachenaufstieges auf ganz ansehnliche Zugwerte von 30 bis 32 kg, die selbst ein kräftiger Mann nicht leicht im stande wäre ohne Hilfsmittel zu überwinden. Beabsichtigt man, gröfsere Höhen zu erreichen, so mufs man, wenn der Wind nicht stärker ist, eine gröfsere Drachenfläche in Anwendung nehmen, was man am besten durch mehrere Drachen bewirkt, die man in entsprechenden Entfernungen an demselben Drahte unter Anwendung von kürzeren Hilfsleinen befestigt. Damit wächst natürlich die Gröfse der vom Winde getroffenen Fläche und der auf sie ausgeübte Druck. Für die Erreichung einer vertikalen Höhe von 3000 m, die unter günstigen Verhältnissen eine Drahtlänge von 5000 m erheischt, ergiebt sich ein zu hebendes Gewicht von 5×6 kg $= 30$ kg Drahtgewicht und 1,5 kg Apparatgewicht, $=$ 31,5 kg, wozu noch das Gewicht der zum Heben erforderlichen Drachen hinzukommt, ungerechnet den Druck des Windes auf die Projektionsfläche des Drahtes, die bei 3000 m Länge und 1 mm Durchmesser immerhin 3 qm beträgt.

Nimmt man mit Rotch den auf 1 qm fliegender Drachenfläche bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m per Sekunde ausgeübten Druck mit 5 bis 6 kg, und das Gewicht eines gut konstruierten Drachen mit 600 bis 700 g pro Quadratmeter an, so würde man, um etwa 40 kg bei einem Winde von 10 m per Sekunde Geschwindigkeit zu heben, einen Zug von 80 kg, d. h. eine Drachenfläche von 15 bis 16 qm nötig haben. Ein solcher Zug ist aber mit Menschenkraft kaum zu überwinden, und

man bedarf deshalb maschineller Einrichtungen in entsprechender Stärke, bei denen die Möglichkeit einer schnellen Ingangsetzung und einer weitgehenden Modifizierung der Geschwindigkeit von besonderer Wichtigkeit ist. Diesen Aufgaben wird aber keine andere Kraftmaschine in dem gleichen Mafse gerecht wie ein Elektromotor, der den benötigten Strom aus einer Accumulatoren-Batterie erhält.

Aus diesem Grunde wurden am Aëronautischen Observatorium die entsprechenden Einrichtungen getroffen, indem eine 7 pferdige kleine Dampfmaschine mittels einer Dynamomaschine eine 60 zellige Batterie von Tudor-Accumulatoren mit 120 Ampèrestunden Kapazität ladet: aus dieser wird sowohl das Dienstgebäude, der Turm, die Ballonhalle und Drachenbau-Werkstatt, wie der Platz selbst, wenn erforderlich, mittels kleiner Bogenlampen und Glühlampen ausreichend beleuchtet, wie auch der 6 pferdige Elektromotor der Kabelwinde mit Strom versorgt wird. Dampfmaschine und Schlangenrohr-Kessel sind von der Maschinenfabrik von O. Lilienthal, die elektrischen Anlagen aber von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in ausgezeichnetster Weise geliefert und eingerichtet worden.

Durch eine Kuppelungs-Umschaltung an der Kabelwinde und mittels vorgeschalteter Widerstände kann man die Geschwindigkeit, mit welcher der Drachendraht eingeholt wird, von 0,15 m bis auf fast 4 m in der Sekunde ansteigen lassen; es ist das von der gröfsten Wichtigkeit, da ein Einholen bei sehr starkem Winde ohne erhebliche Gefährdung des Kabels und der Drachen nur ganz langsam geschehen mufs, andererseits bei schnell abflauendem Winde alles darauf ankommt, thunlichst schnell die Drachen durch die Luft zu ziehen, um sie so am Herunterfallen zu verhindern.

Die in der ersten Zeit der Experimente am Blue Hill Observatory gebrauchten Drachen entsprachen in der Form ziemlich genau denen, die wir bei uns als Kinderspielzeug benutzen; doch liefs man den gewohnten „Schwanz" als überflüssig fortfallen und bezeichnete sie als „Malayische" Drachen, oder nach William A. Eddy, der sich ihrer hauptsächlich bediente, auch als „Eddy-Drachen".

Eine wesentlich andere Drachenform wurde durch den Australier Hargrave konstruiert, welche aus einem parallelepipedischen Gestell von leichten Holzstäben besteht, die durcht Drähte so fest versteift sind, dafs sie ein thunlichst starres Gerüst bilden, von dem ein oberer und ein unterer Teil mit einem leichten, aber festen Stoff, am besten aber auch teuersten, mit Seide fest umspannt ist. Hierdurch werden zwei „Zellen" gebildet, welche man, da ein solcher Drache unter

einem Winkel von etwa 20° nach vorwärts geneigt „auf dem Winde liegt", als „Vorder- und Hinterzelle" bezeichnet. Die Vorderzelle dient durch die an ihr erfolgende Befestigung des Drahtes im wesentlichen als tragende, die hintere hauptsächlich als „Steuerzelle". Bei der starken Neigung des Drachen wird natürlich auch die Hinterwand beider Zellen vom Winde getroffen, während die Seitenwände ebenfalls als „Steuerflächen" funktionieren.

Herr Rotch erkannte bald die Vorzüge dieser Drachenform, die vor allem in einer erheblich gröfseren Stabilität bei stärkerem Winde bestehen, und ging mit seinen unermüdlichen Assistenten Helm-Clayton und Fergusson eifrig an deren weitere Vervollkommnung. Als wichtigste Ergebnisse derselben mufs man die Einführung der „gekrümmten Oberfläche", deren Bedeutung für den Vogelflug unser Lilienthal erwiesen hat, und des „elastischen Zügels" bezeichnen. Erstere verleiht dem Drachen die Fähigkeit, einen gröfseren Höhenwinkel zu erreichen, letzterer, aus einigen starken Gummi-Kordeln bestehend, bewirkt, dafs bei starkem Winde eine Verlängerung der unteren Fesselung und dadurch ein automatisches „Flachlegen" des Drachens eintritt, was mit einer Verkleinerung der dem Winde exponierten Oberfläche gleichbedeutend ist.

Von der Wichtigkeit eines thunlichst grofsen Höhenwinkels der Drachen überzeugt man sich leicht, wenn man bedenkt, dafs bei einer abgelassenen Drahtlänge von 5000 m die vertikale Höhe, in der sich die obersten Drachen, und mit ihnen der Registrier-Apparat befinden, bei einem Winkel von 50° etwa 3800, bei 45° 3500, bei 40° 3000, bei 30° aber nur 2500 m beträgt; aus diesem Grunde richten sich auch jetzt noch alle Konstruktions-Bestrebungen auf die Erzielung thunlichst grofser Winkel, da bis jetzt noch solche von 40°, sowie es sich um gröfsere Drahtlängen und mehrere Drachen handelt, als recht gut gelten. Der „elastische Zügel" aber bildet ein wichtiges Hilfsmittel, um das leider nicht immer zu vermeidende Abreifsen der Drachen bei plötzlichen Böen thunlichst zu verhindern.

Beistehende Abbildung Fig. 4 (Titelblatt) zeigt einen derartigen „modernen" Drachen nach Hargrave mit gekrümmten Flächen; durch perspektivische Verkürzung erscheint die schwarze Hinter- oder Steuerzelle kleiner als die weifse Vorderzelle, während beide in Wirklichkeit dieselbe Gröfse haben.

Fig. 5 (Titelblatt) zeigt eine andere Form, die von dem Amerikaner Lamson konstruiert ist: die, hier oberen, beim Fliegen vorderen Flächen sind ebenfalls gekrümmt, eine senkrechte Fläche in der



Fig. 4. **Moderner Drache nach Hargrave mit gekrümmten Flächen**
(nach Helm-Cleyton).

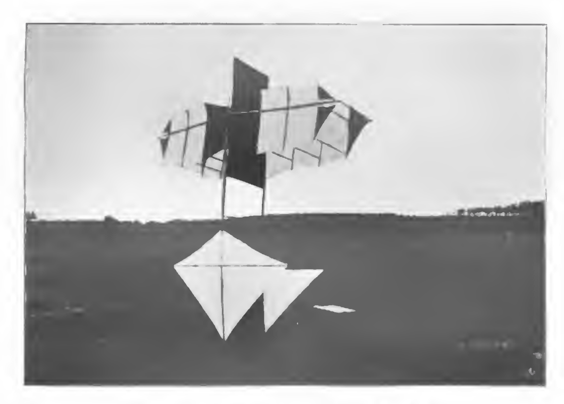


Fig. 5. **Grofser Drache nach Lamson.**

Mittelachse dient als seitliches, ein Doppelschwanz als Höhen-Steuer. Diese Drachen fliegen ebenfalls ganz vorzüglich und erreichen sehr gute Winkel, weshalb man sie gern als „obersten“ Drachen nehmen würde, wenn sie nicht aufserordentlich zart und sehr teuer wären. Ein Lamson-Drache ist nicht unter 200 bis 250 M. herzustellen, während ein Hargrave mit gekrümmten Flächen bei der Selbstanfertigung gegen 40 M. kostet.

Die Manipulationen bei dem Arbeiten mit Registrierdrachen sind kurz folgende. Von einer fahrbaren eisernen Handwinde, die man



Fig. 6. Fahrbare Kabelwinde und Ballonhalle.

auf Fig. 6 im Vordergrunde vor der Ballonhalle sieht, werden etwa 100 m eines 200 m langen dünnen Kabels von 150 kg Bruchfestigkeit in der Richtung des Windes abgewickelt und an dessen Ende mittels einer sogenannten „Teufelsklaue“ ein Drache von etwa 5 qm Oberfläche befestigt. Bei 100 m Länge ist eine „Kausche“ oder ein Ring in das Kabel eingesetzt und in diesen wird eine 60 m lange geklöppelte Leine von 50 kg Bruchfestigkeit eingebunden, an deren freiem Ende, in derselben Richtung, aber 40 m von dem ersten „Hauptdrachen“ entfernt, ein zweiter von annähernd gleicher Gröfse befestigt wird. Bei genügendem Winde, d. h. einem solchen von etwa 6 m p. sec. Geschwindigkeit, steigen die von je einem Gehilfen schräg

gegen den Wind gehaltenen Drachen „aus der Hand“ auf und erreichen im günstigen Falle, d. h. wenn keine Wirbelbewegungen in der Luftströmung sind, eine Höhe von 90 resp. 50 m. Halten sie sich hier ohne nennenswerte Schwankungen, so wird der von der Plattform des Turmes herabhängende eigentliche verzinkte Drachendraht von 0,9 mm Durchmesser, dessen Bruchfestigkeit 130 bis 135 kg beträgt, mittels einer Klaue mit dem „Hochlafskabel“, an dem jetzt beide Drachen ziehen, verbunden und einige weitere Meter Kabel durch langsames Nachlassen an der Handwinde frei gegeben. Nun befestigt man mittels einer Klemme an den Hauptdraht den Registrier-Apparat, der, thunlichst leicht aus Aluminium konstruiert, ein alkoholgefülltes Bourdon-Rohr als Thermometer, einige Aneroiddosen als Barometer, ein Bündel Frauenhaare als Hygrometer und ein kleines Schalenkreuz als Anemometer in der Anordnung enthält, dafs alle diese Apparate ihre Stände in Form von kontinuierlichen Kurven auf einer durch ein Uhrwerk umgedrehten Trommel aufschreiben. Vorsichtig, um Beschädigungen dieses zarten und kostbaren Apparates zu vermeiden, wird nun von der Handwinde, die in der Nähe des Turmes steht, so viel Kabel nachgelassen, bis der vom Turme ausgehende Hauptdraht in Zug kommt und nun die Drachen selbst weiteren Draht von der grofsen Kabelwinde im Turmzimmer abrollen. Der Rest des „Hochlafskabels“ wird von der Handwinde abgerollt und, am Ende durch einen kleinen Metallring beschwert, mit in die Höhe gelassen.

Nachdem je nach der Windstärke 1500 bis 3000 m Draht abgelaufen sind, wird der Winkel, unter dem die Drachen stehen, niedriger, offenbar, weil sie nicht mehr im stande sind, das Gewicht des ihnen angehängten Drahtes zu tragen: 1000 m eines solchen von 0,9 mm Durchmesser wiegen 5,4 kg. Will man noch gröfsere Höhen erreichen, so mufs man einen dritten Drachen an dem Draht befestigen, was nun natürlich nur auf der Plattform des Turmes geschehen kann. Ein solcher trägt dann wieder etwa 1500 m Draht, den man nach der Methode Teisserenc de Borts wohl thut, nunmehr von 1,0 mm Durchmesser zu wählen, da mit der Vergröfserung der Drachenfläche auch der Zug am Draht wächst.

Auf diese Weise ist man im stande, durch eine Reihe von Drachen und mit zunehmender Länge stärker werdenden Draht grofse Höhen zu erreichen: am 26. Juli 1900 kamen wir mit 7200 m Draht und 5 Drachen auf eine Höhe von 4360 m, leider mit dem unliebsamen Nebenerfolge, dafs der Draht in einer „Lötstelle“ rifs und die

Drachen mit dem Apparat davonflogen, bei ihrem Wege über Berlin N. und NO. allerhand Beschädigungen anrichtend, die zu einer Einschränkung der Aufstiege in der Richtung der engbewohnten Teile der näheren Umgebung führten. Die Vereinigung der bisher nur in Längen von 1000 m, neuerdings infolge des Entgegenkommens der berühmten Kabelfabrik von Felten & Guillaume in Mülheim a. Rh. bis 2500 m erhältlichen Drähte kann nur durch eine sehr sorgfältige „Spleifsung" erfolgen, die man durch ein Verlöten zwar versichert, aber hierbei nur allzuleicht den Draht selbst durch zu starke Erhitzung in seiner Festigkeit schwächt, oder durch zurückbleibende Säurereste des Lötwassers der Gefahr aussetzt, allmählich angegriffen zu werden. Die „Spleifse" sind deshalb immer ein „wunder Punkt" des sonst in Bezug auf Festigkeit, Leichtigkeit, geringe und glatte Oberfläche unvergleichlichen und durch kein anderes Material ersetzbaren Klaviersaitendrahtes. Neuerdings glauben wir, durch eine starke Verlängerung der Spleifse die Lötung umgehen zu können.

Zur Verminderung der Gefahr des Abreifsens ist die Bruchfestigkeit der den zweiten oberen Drachen fesselnden Leine eine erheblich geringere als die des Drahtes, da sie nur 50 kg beträgt. Wird der Zug, was bei „elastischen Zügeln" nur unter besonderen Umständen eintritt, so grofs, dafs er auf jeden der beiden oberen Drachen 50 kg, zusammen also 100 kg erreicht, so reifst die Leine des zweiten Drachen, der deshalb der „Sicherheits-Drache" genannt wird, und dieser flattert mit seiner kurzen Leine langsam zur Erde, ohne dabei ein gröfseres Unglück als das Scheumachen eines Pferdes anrichten zu können. Der obere „Hauptdrache" beansprucht aber dann den Draht nur noch mit einem Zuge von 50 kg und kann bei aufmerksamer Bedienung noch eingeholt werden, ohne den Draht und den Apparat zu Boden oder, was noch viel schlimmer ist, in die Kronen der allzunahen Bäume der „Jungfernheide" sinken zu lassen. Über deren bedenkliche Nähe giebt noch das Bild Fig. 6 Auskunft.

Figur 7 gestattet einen Blick in das Innere der „Ballonhalle", die allerdings ihrer primitiven Konstruktion halber bescheidener und richtiger als „Ballonschuppen" zu bezeichnen wäre. Ein „Drachenballon" von 37 cbm Inhalt, dessen Länge immerhin schon 10 m bei 2,5 m Höhe beträgt, liegt, mit Luft gefüllt, fertig zur Revision, bei welcher der Ballon-Aufseher, nachdem er durch die Füllöffnung eingestiegen ist, von innen nach Undichtheiten zu suchen und diese zu verkleben hat. Zwei Ballongehilfen, einer von ihnen in der bei Regenwetter unerläfslichen „Ölzeug - Tracht", gehören zum ständigen Be-

dienungs-Personal, zu dem noch ein Mechaniker tritt, der die zahlreichen Beschädigungen an Apparaten, Maschinen, Drachen u. s. w. thunlichst schnell zu beseitigen hat. Die geschäftlichen und aktenmäfsigen Angelegenheiten liegen einem Bureau-Sekretär ob; ein Abteilungsvorsteher, ein ständiger Mitarbeiter und ein Assistent bilden das wissenschaftliche Personal, so dafs die ganze „Ballontruppe" zur Zeit aus 8 Personen besteht.

Unser Bild Fig. 7 zeigt noch aufser dem Drachenballon rechts vorn einen liegenden Lamson-Drachen und an den Wänden ver-



Fig. 7. **Ballonhalle mit Drachenballon und Lamson-Drachen.**

schiedene Hargrave-Drachen. Elektrische Glühlampen an den Seitenpfosten sorgen bei Nachtexperimenten für das erforderliche, beim Vorhandensein eines gasgefüllten Ballons einzig zulässige Licht.

Fig. 8 giebt eine Gesamtansicht der Baulichkeiten des Aëronautischen Observatoriums, in der man keine Anzeichen dafür erblicken wird, dafs bei dessen Errichtung von dem weisen Grundsatze der „altpreufsischen Sparsamkeit" irgendwie abgewichen wäre. Alles ist schmucklos und nahezu ohne jeden Komfort, aber praktisch und zweckentsprechend eingerichtet, so dafs man erwarten darf, an dieser Stelle noch manche wichtige Frage aus der allgemeinen Dynamik der Atmosphäre ihrer Lösung entgegengeführt zu sehen.

Die Zukunft der meteorologischen Forschungen in den höheren Luftschichten dürfte sich aller Voraussicht nach etwa folgendermafsen gestalten.

Die internationalen Simultanfahrten werden kaum eine weitere Häufung erfahren können als sie gegenwärtig gilt, wo allmonatlich ein solches Experiment stattfindet: die Vorbereitungen, die Fahrt selbst nebst Rückreise und die erste Auswertung der Ergebnisse nehmen stets 5 bis 6 Tage und mehrere Personen in Anspruch, wenn eine „bemannte“ Fahrt dabei zur Ausführung kommt. Eine solche ist



Fig. 8. **Das Aëronautische Observatorium am Tegeler Schiefsplatze.**

aber unter allen Umständen, wo es irgend möglich ist und zwar in thunlichst grofse Höhen zu unternehmen, da sie die sichersten Beobachtungsergebnisse liefert und demnach als Grundlage und zur Kontrolle der übrigen Experimente dienen kann. Ballons-sondes in grofse Höhen hinaufzuschicken, wird besonders dann von beträchtlichem Werte sein, wenn man gelernt haben wird, den Einflufs der Sonnenstrahlung von den Instrumenten fernzuhalten. Höhen von 20000 m werden dabei erreicht werden können. Die Ausführung einiger bemannter Fahrten in ganz grofse Höhen mittels des geschlossenen Ballonkorbes dürfte ohne Zweifel nicht mehr lange auf sich warten lassen, sobald die erforderlichen Mittel verfügbar sein würden.

Ein dauernder Dienst mit Drachen und Drachenballons ist ohne Zweifel mit der Zeit erreichbar, wenn die nötigen Mittel und besonders die erforderlichen Personen vorhanden sein werden. Diese Frage ist nur eine Geldfrage. Die Aussichten für die Ausdehnung der Drachenbeobachtungen in noch gröfsere Höhen sind durchaus gute: wo keine Gefährdungen der umliegenden Gegend in weiterem Umkreise zu befürchten sind, liegt kein Grund vor, an Stelle von 10 Drachen nicht deren 15 an einem Draht von 15000 m Länge zu befestigen und mit diesen 7000—8000 m Höhe zu erreichen. Verlegt man aber noch den Ausgangspunkt auf einen hohen Berg, so wird man die erreichbaren Höhen noch um dessen eigene Höhe vermehren. In Mitteldeutschland dürfte sich hierfür ein an Höhe zwar nicht bedeutender, aber wegen seiner völlig waldlosen und weit ausgedehnten Kuppe vorzüglich geeigneter Berg in der „Wasserkuppe“ im Rhöngebirge empfehlen, dessen Seehöhe fast 1000 m beträgt. Eine Vermehrung der Drachenstationen, wie schon in Nordamerika, wird sicherlich auch bei uns nicht ausbleiben, auf denen ebenfalls, wie dort, mit bescheidenen Mitteln gearbeitet wird. Auf die fernere Perspektive, mittels Propellern Drachenflächen auch ohne Haltedrähte mit Registrierapparaten in die Luft zu schicken, wollen wir, obwohl deren Realisierung in nicht ferner Zukunft aufser allem Zweifel steht, nicht mehr eingehen.

Die Bereicherung, welche die Wissenschaft von der Atmosphäre durch die besprochenen Forschungsmethoden erhält, ist schon jetzt eine grofse, und sie wird noch wachsen mit der Verbesserung der Methoden und deren weiterem Ausbau. Gleichzeitige Arbeit, nach gemeinsamen Plane über die verschiedensten Zonen und Klimate verteilt, wird uns das wertvollste Material über die wichtigsten Vorgänge im Luftmeere unseres Planeten liefern.

Und, ohne dafs wir es merken, schlingt sich ein neues Band hoch hinweg über alle Grenzpfähle und Zollschranken von Land zu Land, von Volk zu Volk: französische Ballons landen fast allmonatlich in Deutschland, mit ihnen deutsche in Österreich und Rufsland, seltener in Frankreich — aber überall und immer ist die Aufnahme und die Förderung, die der fremde Gast aus Himmelshöhen erfährt, eine freundschaftliche und entgegenkommende. Die Anerkennung, welche die fremden Luftschiffer, und nicht am wenigsten die deutschen, in Paris im September vorigen Jahres gefunden haben, als sie zu einem grofsen internationalen Kongrefs zusammentraten, bei dem die Wissenschaft an erster Stelle stand, wird allen Teilnehmern in bester Erinnerung und ein

leuchtender Beweis dafür sein, dafs gemeinsame Arbeit mit hohen Zielen Gegensätze ausgleicht, ein wechselseitiges Verständnis fördert und nicht selten sogar Freundschaften anbahnt zwischen solchen, die sich bisher nur aus der Ferne hochschätzten. Und keiner der anwesenden deutschen Gelehrten wird den jubelnden Applaus der zahlreichen und vornehmen Versammlung je vergessen, der sich erhob, als der berühmte Astronom Janssen, der Schöpfer des Observatoriums auf dem Montblanc, der im Jahre 1870 das belagerte Paris im Luftballon verlassen hat, um in Algier eine Sonnenfinsternis zu beobachten, in der Reihe derjenigen, die sich um die wissenschaftliche Luftschifffahrt besonders verdient gemacht haben, mit warmen Worten den Deutschen Kaiser nannte!



Der Zusammenhang zwischen Astronomie u. Ethnologie in den kosmogonischen Vorstellungen primitiver Völker.

Von B. Messow, Assistent der Hamburger Sternwarte.*)

Über die Frage nach der Entstehung der Welt haben die primitiven Völker eine grofse Auswahl von Bildern und mythologischen Vorstellungen. Die Schwierigkeit ist zunächst, zu sagen, wie überhaupt das Sein entstanden ist. Wir finden bei diesen Völkern dieselbe Anschauung wie bei den Peripatetikern: die Welt ist immer schon da, nur kommt auf einmal jemand, der etwas daran macht.

Τὸ μὴ ὄν ist etwas anderes als τὸ οὐκ ὄν, nämlich im Gegensatz zum absoluten Nicht-Sein das Noch-Nicht-Sein. Und dies ist bei den meisten der Ausgangspunkt der Schöpfung. Die primäre Form kosmogonischer Mythen spricht nicht von Schöpfung, sondern von Entstehung.

Die Prämissen für jede Kosmogonie sind:

1. das allgemeine Kausalitätsbedürfnis,
2. die Einheit und Gleichheit menschlichen Denkvermögens,
3. der gesetzmäfsige Verlauf der Naturerscheinungen.

Von den Naturerscheinungen üben zwei Gruppen die tiefste Wirkung auf das Gefühl menschlicher Unsicherheit aus: erstens die mächtige Bethätigung der Naturgewalten, zweitens die Erscheinungen des Himmels. Diese majestätische Ruhe und Regelmäfsigkeit, das Leuchten und die grofse Zahl der Sterne flöfst auch den rohesten Völkern Ehrfurcht ein. Sie empfinden Dankgefühl für die Sonnenwärme, und für das Mondlicht wegen ihrer Angst vor Gespenstern im Dunklen. Gilt auch die Sonne nicht überall als göttliches Wesen, so ist ihr Kultus doch weit verbreitet: am meisten bei ackerbautreibenden Völkern der Tropenzone; doch sogar auf der Zaubertrommel lappischer Schamanen findet sich ein Bild der Sonne. Daran schliefst sich ein Feuerkultus, der auch bei hochstehenden Völkern sehr verbreitet ist. Meteoriten,

*) Nach einem vom Verfasser im Astronomischen Verein zu Berlin gehaltenen Vortrage.

die beim Herabfallen glühend in den Erdboden einschlagen, werden angebetet; ein Meteorstein in Mexiko als Sohn eines Götterpaares; auch der schwarze Stein, das gröfste Heiligtum der Mohammedaner in Mekka, soll anfangs hell geleuchtet, wegen der Sündhaftigkeit des Menschengeschlechtes sich aber bald schwarz gefärbt haben: wir erkennen darin den Rest eines Fetischdienstes vorislamitischer Araber. Der Kultus von Sonne, Mond und Sternen, der bei mongolischen Völkern Nordasiens vielfach anzutreffen ist, hat sich von dort über beide Hälften Amerikas verbreitet. Die Sonne wird nicht nur als sichtbarer Gegenstand, sondern auch als Sitz von Naturkräften verehrt. Herrschergeschlechter suchen ihren Stolz darin, von der Sonne abzustammen (so die assyrischen Könige, die Inka in Peru, der Mikado in Japan). Der peruanische Sonnenkultus beruht auf der Sicherheit, sie in diesem regen- und wolkenarmen Lande fast jederzeit unverhüllt zu erblicken.

Fast überall findet sich auch eine primitive Astrologie. Finsternisse und Kometen werden durch Lärm vertrieben, weil der Mensch ein Gefühl von Unbehagen über die Störung der gewohnten Ordnung am Himmel empfindet; Sternschnuppen künden den Tod eines grofsen Mannes, Konjunktionen der Planeten mit hellen Sternen oder untereinander bedeuten Krieg u. s. w. — Wissenschaftlich wird dies alles erst, wenn an das Erscheinen bestimmter Sternbilder Abschnitte des Jahres für die Zwecke des Ackerbau und dergl. geknüpft werden: dies setzt Beobachtungen voraus, die wir am ausgedehntesten bei seefahrenden Völkern finden; so können die Schiffer in Ozeanien sich mit Hilfe der Sterne ganz gut auf dem Meere zurechtfinden.

Es erwacht dann ein Trieb nach Ordnung der Vorstellungen, die der Mensch sich von jenen rätselhaften Naturvorgängen, vom Ursprung der ihn umgebenden Welt und seiner selbst macht. Seine Phantasie bildet sich Menschengestalten als Träger schaffender und zerstörender Naturmächte, und der Mythus naivster Welterklärung verschmilzt mit der Dichtung.

Bei niederen Völkern ist Religion identisch mit Wissenschaft und Poesie: für ihren pantheistischen Gespensterglauben ist Wahrheit ein unbekannter Begriff. Über ihre Kosmogonieen eine vergleichende Übersicht zu geben, soll der Zweck des Folgenden sein. —

Die Indianische Kosmogonie beschränkt sich meist auf Erzählungen von der Entstehung des Menschen durch die vermittelnde Zwischenstufe der Tiere.

Der unbekannte höchste Gott, der in Mexiko als „Ursache der

Ursachen" verehrt wird, hat Sonne, Mond und Sterne geschaffen; Sonne bedeutet Licht, Leben, Geist. Der Lichtgott schuf die Erde und kehrte dann in den Himmel zurück. Seine Nachkommen sind die weifsen Europäer, die Erbansprüche auf das Land geltend machen; aufserdem werden sie, wie in Afrika und Australien, als wiedergekehrte Seelen Verstorbener begrüfst; wenigstens galt dies zur Zeit der Anfänge der Entdeckungsreisen.

Alle Amerikaner verehren die Sonne, ausgenommen sind die Eskimo und Athabasken, wohl weil diese in so hohen Breiten wohnen. Am höchsten blüht der Sonnenkultus wegen der zenithalen Stellung der Sonne in Peru. Die Sonne wird jeden Morgen von einem Weibe neu an den Himmel gesetzt; Wasser, identisch mit Schlange (Ὠκέανος), verschlingt täglich im Westen die Sonne, und so auch bei Finsternissen als Hund; dann werden die Hunde geprügelt, damit sie durch Winseln den grofsen Hund erschrecken. Im Feuerland sagt man: „Sprich nicht, die Sonne sei heifs; sonst verbirgt sie sich, und der Wind weht kalt!" Dem Sonnenkultus dienen im Südosten der Vereinigten Staaten grofse, nach dem Meridian orientierte Tempel, in denen Opfer nach Ost und West gebracht werden; der Haupteingang liegt nach Osten. Die Pfeife, als Symbol des heiligen Feuers, ist ein Geschenk der Sonne und wird nach den vier Himmelsrichtungen hin geraucht.

Es kommt dort die Heiligkeit der Zahl 4 in Winden und Weltgegenden zum Ausdruck; es zeigt sich eine Verstärkung des astronomisch-meteorologischen Moments in der Beteiligung der Winde an der Schöpfung: am Winnipeg schuf der grofse Geist 4 Männer (die Winde) und ein Weib (die Erde); ja die Winde sind häufig kosmogonisch älter als Sonne, Mond und Sterne. In Nord-Carolina gilt die Welt für rund und Amerika für eine viereckige Insel, aus deren Ecken die Winde blasen; das Himmelsdach ist über vier Pfeilern ausgespannt, analog den Vorstellungen der Ozeanier. Wegen der hohen Bedeutung der Zahl 4 findet sich das Kreuz auf amerikanischen Denkmälern prähistorischen Ursprungs. Man könnte vielleicht denken, dasselbe sei durch Normannen importiert, doch hat es nichts mit dem Christentum zu thun.

Ähnlich wie in China gelten Sonne und Mond als Vertreter des guten und bösen Prinzips, besonders in Peru; doch ist der Mond auch die Göttin des Wassers und der Fruchtbarkeit. Verbirgt sie — so wird von Volksstämmen am Orinoko eine Mondfinsternis gedeutet — ihr Gesicht aus Zorn über die Trägheit der Menschen, dann wird fleifsig auf dem Felde gearbeitet. Nach anderen Sagen wohnt im Monde ein altes Weib und flicht an einem grofsen Korbe, mit

dessen Vollendung die Welt untergehen mufs; ein Hund zerreifst ihn immer wieder und kämpft mit dem Weibe bei Mondfinsternissen.

Eine Sonderstellung nehmen die Botokuden ein, die den Mond als Urheber der Schöpfung betrachten. Vorteilhaft zeichnen sie sich übrigens dadurch aus, dafs sie irgendeine Zeitrechnung haben müssen, denn eine Horde stellte sich Jahre nacheinander stets genau am 6. September bei einer brasilianischen Niederlassung ein, um dort vertragmäfsig mit einem jährlichen Festschmaus bewirtet zu werden.

Höher noch als die Sonne, die ja zur Nacht verschwinden mufs, gilt der ewige Himmel mit seinen Sternen. Die Kariben erblicken in den Sternbildern ihre fortlebenden Helden; die auf dem Schlachtfeld gefallenen Azteken steigen zum Himmel auf und ergötzen sich in der Sonne an Reigentänzen (hierbei ist vielleicht an das allmähliche Verschwinden der Sterne in den Strahlen der Sonne zu denken). Irokesen und Chippeways haben Namen für die Gestirne; die Osagen kennen den Polaris als Stern, um den sich der Himmel dreht, aufserdem die Plejaden, den Oriongürtel und die Venus. Der Venus, dem „grofsen Stern“, wird bei den Sioux in jedem Frühling ein Mädchen geopfert, um gute Ernte zu erwirken. Einige Völker Amerikas, die den Himmel eifrig zu beobachten pflegten, sollen sogar den Uranus, dessen Helligkeit etwas unter der Sichtbarkeitsgrenze liegt, als Planeten gekannt haben.

Die Erde ist durch ein langes Tau an die Sonne geknüpft, um nicht im Ozean zu versinken. Um die Menschen zu vernichten, streckt der „göttliche Häuptling“ dieses Tau, so dafs die Erde in die Fluten taucht; die Überschwemmung entsteht also nicht, wie in anderen Flutsagen, durch Steigen des Meerwassers oder grofse Regenmassen.

Bei den Eskimos ruht das Himmelsgewölbe auf einem spitzen Berge im Norden und dreht sich um ihn. Den grofsen Bären kennen sie als das Rentier; die drei hellen Sterne des Oriongürtels sind Seehundsjäger, die den Weg von der Jagd nicht zurückgefunden haben und in den Himmel geraten sind.

Sonne und Mond sind Schwester und Bruder; der Mond bedrängt die Sonne mit seiner Liebe, dafür beschmutzt sie ihm das Gesicht mit Rufs — ein Anklang an den hellenischen Mythus von Hippolyt und Phädra. Bei den Aleuten ist diese Vorstellung etwas variiert Sonne und Mond lieben sich gegenseitig, werden aber immer wieder getrennt; sie macht ihn deshalb schwarz im Gesicht, um ihn bei Tage finden zu können.

Die Kosmogonie der Polarvölker ist wenig ausgebildet. Der

grönländische Weltmythus betont besonders das „Ende aller Dinge“, in melancholischen Zaubersprüchen, entsprechend der germanischen Götterdämmerung. Bedingt ist dieser Mythus durch das mühsame Ringen der Völker mit der starren Kälte ihrer geographischen Zone. —

Wie in Amerika die Sonne, so nimmt in Afrika der Mond die höchste Stelle ein und wird in ausgedehntester Weise verehrt. Nur bei den Kaffern sind Sonne und Mond zwar lebende Wesen, geniefsen aber keine religiöse Verehrung.

Kann man auch die Zauberei der afrikanischen Fetischpriester nicht als Wissenschaft bezeichnen, so enthält sie doch Vernunft und setzt ein gewisses Studium der Naturerscheinungen voraus. Neger und Buschmänner bezeichnen eine Anzahl Sternbilder mit Namen und erkennen die Stunden der Nacht nach ihrem Stande, wie sie auch nach dem Stand der Sonne über gewissen Orten und zu gewissen Stunden die wiederkehrenden Jahreszeiten bestimmen.

Himmel und Erde gelten den Negern als das Elternpaar der Schöpfung; für ersteren tritt auch oft die Sonne ein. Der Himmel war der Erde einst näher als jetzt, denn an den Nilquellen heifst es: Die Menschen lebten in der Urzeit ewig; als sie übermütig wurden, warf der „grofse Zauberer“ im Zorn die Himmelskuppel auf die Erde und schlug alles kurz und klein (man könnte an eine Eruption des Kilima-Ndjaro denken); in die Öde setzte er ein neues Menschenpaar; diese Menschen waren, wie die Tiere, geschwänzt. Sie hatten einen Sohn und zwei Töchter, aus deren Geschwisterehe entstammt das Chamäleon und ein Riese, der Mond. Dieser wurde vom boshaften Chamäleon gequält; da nahm ihn der grofse Zauberer mitleidig in seinen Himmel hinauf. Zur Mahnung an seine irdische Abkunft mufs er aber abnehmen, als wäre er sterblich, und die neidische Sonne hat ihm Flecken ins Gesicht gebrannt. Als seine Geliebte gilt die Venus.

Der Mond geniefst hohe Verehrung; ihm werden lärmende Nachtfeste gefeiert, besonders zur Vollmondszeit. Finsternisse werden durch helle Feuerbrände verscheucht; der Erdschatten gilt bei den Matabele als Rauch, bei anderen Stämmen als Ungeheuer. Ebenso ist der Neumond etwas Trauriges: die Zeit des zunehmenden Mondes gilt dementsprechend als günstig, die des abnehmenden als ungünstig. Das erste Erscheinen des jungen Mondes am Abendhimmel ist ein hohes Fest; besonders der durch Stanleys Reisen bekannt gewordene Kaiser Mtesa legte viel Wert auf die genaue Beobachtung dieser Periode und ordnete daneben an, dafs sich sein ganzer Hofstaat jeden dritten Neumond den Schädel kahl rasieren müsse. Die Zeitrech-

nung der Neger richtet sich nach dem Mondlauf; sie haben 12 Monate zu 4 Wochen von 7 Tagen zu 4 Teilen. Eine Ausnahme macht Benin, wo 14 Monate gezählt werden.

Der ganze Weltraum gilt den Negern mit Geistern erfüllt: der „in der freien Luft umherschwebende Vogel" ist eine häufige Personifikation göttlicher Macht, seine Schnelligkeit vielleicht ein Symbol des Lichtstrahls oder des Blitzes.

Die Buschmänner haben keinen eigentlichen Schöpfungsmythus, wie auch ihre Religion auf niedrigster Stufe steht. An die wichtigsten Objekte ihres Nomadenlebens, nämlich Sterne und Tiere, knüpfen sie die naiven Märchen an, die sich mit dem Ursprung der Dinge befassen. Es sind alles nur trümmerhafte mythische Vorstellungen, trotzdem geniefsen die Himmelskörper eine gewisse Verehrung und sind ihnen wohlbekannt.

Die Sonne lebte einst als ein leuchtender Mann auf der Erde; damit es rings hell würde, warf man ihn an den Himmel. Es heifst, dafs der Sonnenaufgang sich verzögert, wenn man die Toten nicht mit dem Kopf nach Osten legt.

Der Mond entstand auf ähnliche Weise: als die Heuschrecke von den Meerkatzen schlecht behandelt wurde, erzeugte sie, um sich zu schützen, grofse Finsternis; als es ihr dann aber doch zu dunkel wurde, warf sie ihren Schuh in den Himmel, mit dem Befehl, er solle zum Monde werden. Da er als Schuh den Staub des Landes trug, ist er rot, und da er nur von Leder war, ist er kalt. Von ihm schneidet die Sonne mit dem „Strahlenmesser" Stück für Stück ab, bis er bittet, sie möge doch etwas für seine Kinder übrig lassen; der Rest wächst dann wieder bis zum Vollmond.

Trotz der Gebete, die an die Himmelskörper gerichtet werden, verspotten die Buschmannkinder den Mond. Ärgerlich geht er in den Himmel und verfinstert sich, bis sein Herz wieder behaglich geworden ist.

Die Planeten führen besondere Namen. Ein ganz sonderbarer Mythus handelt vom Jupiter: dieser hat, wie es heifst, zur Tochter einen der Sterne, die kurz vor ihm aufgehen; er nennt sie „mein Herz", verschluckt sie und speit sie wieder aus; sie wird dann ein „Dämmerungsherz" und speit ihrerseits ein „Dämmerungsherzkind' aus, das beiden folgt. Man könnte hier gut an eine Sternbedeckung' durch Jupiter denken, aber was sollte dann das neu entstehende Dämmerungsherzkind sein? So scharf sind die Augen der Buschmänner doch wohl nicht, dafs es sich hier um das Auftauchen eines der Tra-

banten aus dem Planetenschatten handeln könnte. Allerdings sollen die Jupitermonde von einigen Menschen mit blofsem Auge gesehen worden sein, und analoge Anzeichen von bedeutender Sehschärfe treten ja auch bei den oben erwähnten amerikanischen Urstämmen auf, denen die Kenntnis des Uranus zugeschrieben wird.

Ein Mädchen von einem früheren Volke wünschte Licht zu machen, damit die Leute ihren Weg nach Hause fänden; sie warf glühende Asche an den Himmel, und diese wurde zur Milchstrafse.

An Eigennamen von Fixsternen sind folgende bekannt: Vor allem Canopus (α Carinae) hat fünf verschiedene Namen und wird hoch verehrt, weil er Ameiseneier finden hilft; der Oriongürtel sind drei Schildkrötenweibchen, die an einem Stabe aufgehängt sind; Kastor und Pollux die Elenkühe, Procyon das Elenmännchen; Achernar (α Eridani) der Stein; Magellans Wolken die beiden Steinböcke; α, β und γ Crucis die drei Löwinnen, und die übrigen Sterne im südlichen Kreuz die Löwen, was ziemlich merkwürdig ist, denn α, β und γ sind doch gerade die hellsten in diesem Sternbild. Über alle diese Fixsterne giebt es vielerlei Sagen, was ja schon aus der Namengebung hervorgeht.

Auch bei den verwandten Hottentotten finden sich besondere Namen für die Sterne. Im übrigen ist ihre Kosmogonie recht kümmerlich: die Sonne z. B. besteht aus Speck; der Mond bekommt bei jeder Opposition Kopfschmerzen und legt seine Hand an den Kopf, wodurch er immer kleiner wird. Doch wird auch er verehrt, und zwar unter dem Namen „der grofse Häuptling". —

Die malayische Kosmogonie basiert auf Ahnenkultus und Geisterglauben. Der Schöpfer zerbrach die Schale, von der die Erde umschlossen war, so dafs sich die Berge erheben konnten. Sonne und Mond sind grofse Götter, die Sterne ihre Nachkommen. Die Sonne ist der Hauptgott, sein Weib die Erde. Diese halten die Malayen für eiförmig und glauben, dafs sie sich viermal im Jahr um ihre Axe drehe. Um die Erde herum bewegt sich dann wieder die Sonne. Ihre Chronologie rechnet nach Mondjahren. Bei Finsternissen wird der Mond von einer Schlange gefressen. Auf den Andamanen geht die Sage, dafs der Mond, und auch die Sterne, als Kinder von Sonne und Mond, später erschaffen worden seien als die Sonne; und ferner ist ein allgemein-malayischer Mythus, dafs Sonne und Mond in früherer Zeit gleiche Helligkeit hatten. Woher aber die Trübung des Mondes kam, wissen die Priester nicht zu berichten. —

Die Australier haben eine ziemlich tiefstehende Kosmogonie,

ohne grofse Ideen, nur menschlichen Bedürfnissen angepafst. Auffallend ist die Übereinstimmung ihrer Sternsagen mit denen der Buschmänner; beide Völker stehen ziemlich am tiefsten in der Kultur, verfügen aber über einen grofsen Schatz von Sternmythen.

Der gute Geist Muramura hat die Sonne aus einem Emu-Ei geschaffen und an den Himmel geworfen, nachdem ihn die Menschen im Tanze darum gebeten; sie brauchten die Sonnenhitze, damit der Kasuar bei der Jagd ermatte. Aus dem Rauch der Lagerfeuer jener Tänzer ist zugleich die Milchstrafse entstanden. Die Australier haben eine sehr eigentümliche Auffassung von der Thätigkeit der Sonne und des Mondes, die beide als weiblich gedacht werden: die Sonne zieht abends durch die Reihe der Seelen gestorbener Helden, die ihre Gunst erbitten; wem sie während der Nacht willfährt, der schenkt ihr dafür ein rotes Känguruhfell — daher dann die Morgenröte. Der Mond magert durch häufigen Verkehr mit den Männern ab und wird vom bösen Geiste fortgejagt; dann verbirgt er sich und sammelt währenddessen aus Wurzeln neue Kraft.

Die Seelen wandern nach den Sternen hinauf, oder werden selbst zu Sternen. Ihren Verkehr mit Sonne und Mond könnte man, wenigstens bei letzterem, als Sternbedeckung deuten. Um jedoch dieselbe Erklärung auch für die Sonne anzunehmen, bedarf es schon der Voraussetzung einer gewissen Abstraktion, deren die Australier kaum fähig sind. Sternschnuppen sind die Kinder der Sterne. Zur Nachtzeit verlassen die Seelen ihre coelestischen Hütten und nehmen ihre alten Beschäftigungen wieder auf; aus dieser Anschauung entsteht die Konstruktion von Sternbildern. Die Australier kennen und bezeichnen die Plejaden; Arcturus lehrt Ameiseneier finden, genau wie Canopus bei den Buschmännern; sie kennen die Milchstrafse als Abspiegelung des Darling-River, an dessen Ufern ihre verklärten Abgeschiedenen Fischfang treiben. Die Zwillinge heifsen der schwarze Mann und seine Frau; Orion eine Schar Jünglinge auf der Känguruhjagd; ein roter Stern, vermutlich Beteigeuze, ist der Vater dieser Jünglinge. Die Magellanschen Wolken sind zwei alte Zauberinnen in Vogelgestalt, die wegen ihrer Verbrechen an den Himmel geheftet wurden.

Die Australier können übrigens genäherte Zeitbestimmungen nach dem Stande des Mondes machen und haben auch besondere Namen für acht verschiedene Striche der Windrose. Dies ist ein erfreuliches Zeichen für ihre Begabung, denn mit der Teilung des Horizontes in Azimute beginnt überhaupt die Teilung des Kreises.

Bei den Tasmaniern, die vor wenigen Jahren ausgestorben sind, lebte eine alte Sage über die Herabkunft des Feuers vom Himmel. Die ersten Menschen sollten Schwänze gehabt haben, was an die geschwänzten Ureltern der ostafrikanischen Neger erinnert, sowie auch an darwinistische Ahnungen in Tibet, wo die ersten Menschen von zwei heiligen weifsen Affen abstammen. —

Der polynesischen Weltvorstellung, an der mehr Phantasie als Verstand beteiligt ist, liegt doch ein zahlreiches Material von Beobachtungen zu Grunde. Die Polynesier sind ein schriftloses Volk, trotzdem haben sie eine gewisse Kulturstufe inne, da alle ihre kosmogonischen Mythen sich durch Tradition erhalten haben.

Oberste Götter sind die Nachtgeborenen aus dem Chaos. Der Kern aller polynesischen Mythen ist der Heros Taaroa und seine durch das All hin wirkende Macht. Er läfst sich etwa dem griechischen Zeus vergleichen; auf Samoa ist er die personifizierte Naturkraft, sein Symbol der Regenbogen. In eine eiförmige Muschel gehüllt, schwebte Taaroa im finsteren Raum; der Eintönigkeit müde, streckte er die Hände heraus und richtete sich auf: da wurde alles hell. Er ist der Ordner des Sonnenlaufs und der Stetigkeit der Erde.

Sonne und Mond wohnten einst bei einander und zeugten das feste Land. Der Himmel der Polynesier ist analog hellenischer Vorstellung in konzentrische Kugelschalen geteilt. Mond und Sterne stehen im dritten Himmel, die Sonne erst im fünften, da sie sonst alles auf Erden verbrennen würde. Sonne und Mond verjüngen sich in einer Quelle des Lebenswassers. Während die Sonne durch Maui, einen dem hellenischen Hephästos oder germanischen Loki entsprechenden Erd- und Feuer-Gott, einst an den Mond befestigt wurde, ist sie andererseits durch ihre Strahlen an die Erde gebunden; diesem doppelten Zusammengebundensein entspringen die Finsternisse.

Die Sterne sind von den Vorfahren der heutigen Polynesier geschaffen. Als „Volk des Himmels" sind sie durch den „grofsen Haifisch" (Milchstrafse) in zwei Gruppen geteilt, und durch Sternschnuppen senden sie Botschaft an ihre einstigen Erzeuger. An Sternbildern kennt man den Orion als Kahn des Tamarereti und die Plejaden als Bugspriet des Kahns; der Regenbogen ist die Leiter, auf der die Häuptlingsseelen zum Himmel steigen.

Die auf Neuseeland ansässigen Maori haben noch einen besonderen Vorprozefs der Entstehung von Himmel und Erde und sind dabei auf eine ganz eigentümliche psychische Entwickelung gekommen.

Die Maori sind übrigens nicht autochthon, sondern erst vor 500 Jahren auf der Nord-Insel eingewandert, vermutlich von Hawaii her.

Im Anfang der Dinge waltet das „Kreisen der Nacht“ (χάος), wie bei den ἐκ νυκτός philosophierenden Orphikern. Fast alle primitiven Völker beginnen mit dem Dunkel der Nacht; darin beginnt „es“ sich zu regen, entsprechend dem Rigveda der indischen Philosophie: solch eine Art „Tad“ haben die Maori auch. In ihm keimt die Ahnung (νοῦς), daraus das Sehnen, welches der Gedanke traumartig in brâmanischem Schlafzustand umfängt und als ἔρως die späteren Einzelschöpfungen vermittelt; dann folgen Entzücken, Wissensdurst; Strahlenglanz, wo der Gedanke seiner selbst bewufst wird; Schönheit, Seligkeit, Aufschauen zum Himmel, und Atmen als Lebensprozefs, der den Raum erschafft. Das im Raume flutende Weltall ist durch Geschlechtsdifferenz gespalten in Rangi, den Himmel, und Papa, die Erde; diese liegen dicht aufeinander und werden von einem ihrer Söhne, dem Gott des Waldes, auseinander gedrängt: Rangi steigt empor und Papa sinkt zurück. Nach der Trennung wallen Papas Seufzer als Nebel auf, und Rangis Thränen fallen als Tau herunter. Von den fünf Söhnen bleiben vier der Mutter treu, nur einer, der Gott der Stürme, zieht zu Rangi hinauf und bekämpft seine Brüder; diese weichen vor ihm, nur einer, der Ahnherr der Menschen, hält ihm stand. Deshalb ist der Mensch der Herr der Erde.

Aus diesem Dualismus Rangi-Papa, dem Bild des uferlosen Meeres zur Nacht, wo alle Konturen verschwimmen, entstanden solche mystischen Träumereien, die an buddhistische Spekulationen von Urnacht, Nirwana und Eros anklingen. In dem ganzen Mythus liegen geheimnisvolle Andeutungen bruchstückweise erhaltenen Kulturmaterials, dessen Existenz durch die rätselhaften Steininschriften auf der entfernten Osterinsel (Rapanui) noch an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Auch bei den Bewohnern der Gilbert-Inseln lag, ähnlich wie in Afrika, der Himmel dicht auf der Erde, und zwar als Kugelschale; ein Heros half den Göttern, ihn höher zu heben.

Die hawaiische Kosmogonie ist der der Maori ziemlich ähnlich. Der Urbeginn ist die dunkle Nacht, in ihr ein unermefslicher Abgrund. Acht Emanationen führen zur Entwickelung der Welt; die drei letzten unter diesen sind der Mensch, das Licht und dann das Ewig-Weibliche. Der Himmel öffnet sich, aus ihm schwebt das Göttliche hervor und zeugt mit dem ersten Menschen die Heroen.

Die Maori haben zehn Himmel; ihre Krönung ist ein Tempel,

wo die Götter zusammenkommen. Dort weilt ein greiser Gott der Wärme, analog dem Urfeuer der Stoa, der das ganze Weltall erhält. Der jeweilige Zenithpunkt wird in den Gebeten der Maori als Schutzgottheit verehrt; wie die Australier unterscheiden auch sie acht Himmelsrichtungen.

Später vermählte sich dann, so berichtet die Sage weiter, Taaroa mit Papa; ihr Sohn, Raitubu, der Himmelsverfertiger, übernahm den weiteren Ausbau der Schöpfung. Raitubus Sohn war der erste Mensch; dieser war anfangs kugelrund und wurde von der Mutter so lange gereckt, bis er seine jetzige Gestalt annahm. — Taaroas und Papas Tochter ist das Jahr, die dann mit ihrem Vater die Monate zeugte, deren Kinder die Tage sind.

Der Kalender rechnet nach Mond-Monaten. Das Jahr hat deren 13, von denen der zehnte doppelt gezählt wird; analog giebt es auf Tahiti 14 Monate, von denen zwei doppelt gezählt werden. Der Jahresanfang fällt auf das südliche Wintersolstitium, also den 21. Juni. Ein anderes chronologisches System von sechs Monaten halbiert das Jahr nach dem Sichtbar- oder Unsichtbarsein der Plejaden.

Auch die Bewohner der Fiji-Inseln haben eine leidlich gute Zeitrechnung; sie unterscheiden aber die Fixsterne nicht von den Planeten, sondern kennen nur Venus als „Bezeichner des Tages und der Nacht". In ihrem an den Mondwechsel geknüpften Unsterblichkeitsglauben zeigen sie grofse Ähnlichkeit mit Hottentotten und Eskimos. Es besteht aber keine anthropologische Verwandtschaft, wenn es auch vielleicht äufserlich so scheint, und ebensowenig eine linguistische. Es handelt sich vielmehr um die Verbindung des Mondwechsels mit dem Unsterblichkeitsgedanken als eine primitive Idee, welche menschlichem Denkvermögen a priori innewohnt.

Auf Tahiti ist Taaroa als Gott des Lichtes von Sonne und Mond gezeugt. Als Herr des Jahresanfangs wird ein Sterngott verehrt, der die Zwillinge und die „kleinen Augen" (Plejaden) gezeugt hat. Die Zwillinge, die unter eben diesem Namen auftreten, haben sich an den Himmel geflüchtet, weil sie ihre Trennung auf der Erde fürchteten. Der ganze Himmel gilt als Meer, in welchem der Mond grofse Überschwemmungen verursacht. Ein Sternbild heifst das Schiff; die Milchstrafse ist der „lange, blaue, wolkenfressende Haifisch". Bekannt sind den Tahitiern auch der Sirius und der Oriongürtel; auch kennen sie die Planeten und unterscheiden Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Es finden sich sogar Kenntnisse von den Bewegungen der Planeten, aber nur im Besitz des Adels. Jupiter als Morgenstern

heifst der Hund des Morgens; Venus als Morgenstern heifst Sohn des Himmels oder Vorläufer des Tages, als Abendstern Sohn der Sonne oder Taurna der Dämmerung. Kometen und Sternschnuppen sind unheilverkündende Geister. Es hat sich eine Art Astrologie entwickelt, denn man spricht von heiligen Nächten; es existieren auch viele Flutsagen, doch ohne tieferen Zusammenhang mit den übrigen mythologischen Vorstellungen. —

Alle Schöpfungssagen gehen, wie wir gesehen haben, von gemeinsamer Wurzel aus und werden nur durch die von lokalen Umständen bedingten Erfahrungen differentiiert. Als blasser Rest gemeinsamer Ausgangspunkte erscheinen uralte Mythen, die, durch religiöse Weihe unversehrt erhalten, sich an charakteristische Sternbilder anknüpfen, — und die durch sie gezeigte Wiederkehr gewisser Grundzüge in den Sagen der Fiji und Hottentotten, Völker, die unter sich und mit dem indogermanischen Völkerkreise, wo ähnliche Gedanken auftauchen, gar keine Verwandtschaft haben.

Der Grundzug jeder Kosmogonie ist der dualistische Gegensatz zwischen Himmel und Erde, oder heller Luft und dunklem Wasser. Die Sonne oder der Himmel als Maskulinum steht der femininen Erde gegenüber. Als Vermittler zwischen beiden dient der Blitz, der Vulkan und andere Elementarerscheinungen als belebende wie zerstörende Kräfte.

Gerade bei den primitivsten Völkern, die an den Ausläufern der Kontinente gruppiert sind, lebt der alte Mythus noch heutigen Tages unverfälscht und dominierend fort. Sie geben uns die erzählenden Kosmogonieen, im Gegensatz zu den philosophischen und naturwissenschaftlichen beweisenden Kosmogonieen, die wir bei den Kulturvölkern vorfinden.

Allen Kosmogonieen gemeinsam ist das Bestreben, die Entstehung der Welt aus möglichst wenigen Grundwesen zu erklären, und die Naturbeobachtung dient als Ausgangspunkt für die Aufstellung eines höchsten materiellen Prinzips; durch Abstraktion werden daraus die kosmogonischen Grundbegriffe gewonnen (Geist, Materie, Raum, Zeit, Nacht), von denen je nach dem Volkscharakter eins oder das andere die dominierende Stellung einnimmt. In dieser Analogie der Grundvorstellungen äufsert sich die durchgreifende Gesetzmäfsigkeit der menschlichen Natur. Schliefslich ist doch jede Mythologie über die kleinen örtlichen Einflüsse hinausgewachsen, die einst in ihr vorgeherrscht haben müssen, und so baut sich zuletzt aus allen diesen Grundgedanken der einheitliche Weltmythus auf.



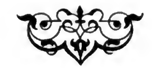
Die Erweiterung unserer Sinne durch die Hilfsmittel der Wissenschaft ist schon mehrfach in zusammenfassender Weise besprochen worden. Zuletzt hat Professor Otto Wiener dieses Thema in seiner am 15. Mai vorigen Jahres an der Leipziger Universität gehaltenen Antrittsvorlesung als Nachfolger Gustav Wiedemanns eingehend behandelt und seine Ausführungen in Gestalt einer Broschüre (Leipzig, bei Ambrosius Barth) erscheinen lassen, deren Lektüre auch dem Laien nachdrücklich empfohlen sein mag. Das natürliche Empfindungsbereich des Auges ist nicht allzugrofs. Es vermittelt unserer Erkenntnis Ätherschwingungen von etwa 400 bis 800 Billionen in der Sekunde, mit anderen Worten, es übersieht, akustisch gesprochen, etwa eine Lichtoktave, deren Töne die Farben von Rot bis Violett sind, aber es ist nicht im stande, die Farbenbestandteile im weifsen Lichte zu unterscheiden, während das geübte Ohr aus einem Accord die Einzeltöne ganz wohl herauszuempfinden vermag. Das Prisma erweitert daher bereits die Fähigkeiten unseres Auges, wenn es verschieden schnell schwingenden Ätherstrahlen verschiedene Wege anweist und so das Durcheinander im weifsen Lichte in ein Nebeneinander auflöst. Was unser Auge im Spektroskop als einen Farbenunterschied auffafst, ist also ein Unterschied in der Wellenlänge der Lichtstrahlen, und es ist erstaunlich zu sehen, um wie geringfügige Differenzen es sich dabei handelt. Beträgt die Länge eines durch ein vorzügliches Rowlandsches Gitter erzeugten Beugungsspektrums 2 m, so vermag die Messung mit Fernrohr und Mikrometer bis 40 000 verschiedene Farbennuancen festzustellen. Das entspricht einem Wellenlängenunterschied von etwa dem hundertsten Teil eines milliontel Millimeters von einer Farbe zur anderen. Aber das Spektroskop vermag nicht die obere und untere Grenze des Spektrums für das Auge zu erweitern, und wir stehen vor der Frage, ob es aufser den die Lichtoktave ausmachenden Ätherschwingungen noch andere giebt, die, wenn schon unser Auge für sie blind ist, nicht

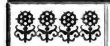
zwecklos verlaufen. In der That stellt die Lichtoktave nur einen kleinen Ausschnitt aus einer grofsen Ätherwellenskala dar, aber wir besitzen keinen Sinn, der uns ihre Existenz zum Bewufstsein brächte. Instrumente dagegen giebt es eine ganze Reihe, welche auf diese Schwingungen reagieren und sie sinnfällig machen. Das Thermometer beispielsweise reagiert auf die langsamer verlaufenden Wärmeschwingungen, und Thermosäule wie Bolometer — verfeinerte Thermometer — vermögen sogar noch Temperaturschwankungen von weniger als ein milliontel Grad Celsius anzuzeigen. Das Prinzip der Thermosäule ist bekannt. Beim Bolometer verändert die Wärmebestrahlung den elektrischen Widerstand feiner Metallstreifchen und wird auf diesem Wege durch die Änderung eines Galvanometerausschlages sichtbar. Das Galvanometer ist also unser Auge für ultrarote Strahlen. Überhaupt besitzt die Wissenschaft im Galvanometer ein fast universelles Instrument von gröfster Feinfühligkeit. Um jedoch seine Leistungsfähigkeit zu anderen Instrumenten oder einem unserer Sinne beurteilen zu können, bedürfen wir einer Vergleichseinheit, welche sich überall gleich gut eignet. Eine solche finden wir, da unsere Sinne sowohl wie unsere Instrumente auf Energieänderungen antworten, in einer möglichst kleinen Arbeitsgröfse, der Dyne. Der Physiker nennt die Kraft, welche einem Gramm in der Sekunde einen Geschwindigkeitszuwachs von 1 cm erteilt, eine Dyne. Diese winzig kleine Gröfse ist für ihn die Einheit der Kraft, und eine Dyne, geleistet längs eines Weges von 1 cm, seine Arbeitseinheit, die er ein Erg nennt. Ein einziger Augenaufschlag braucht gewifs mehr als 100 Erg, aber mit der Arbeitsleistung eines Augenaufschlages könnte man mehr als hundert Billionen kleinster Ausschläge eines hochempfindlichen Galvanometers hervorbringen. Das Galvanometer übertrifft, so verglichen, die Energieempfindung unseres Auges etwa zehntausendmal und ebenso unser Ohr, das etwa noch auf ein hundertmilliontel Erg reagiert. Für elektrische Vorgänge ersetzt uns das Galvanometer geradezu den uns fehlenden elektrischen Sinn.

Auf Ätherschwingungen, die noch schneller verlaufen als die violetten, die ultravioletten, antwortet die photographische Platte und zeigt so gleichzeitig den Weg an, auf welchem wir noch eine weitere Steigerung der Leistung unserer Mikroskope erreichen können. Diese langen in der That für das Auge an der Grenze ihrer auflösenden Fähigkeiten an, wenn man von ihnen die Abbildung von Gegenständen verlangt, welche die Gröfse der Wellenlänge der vom Auge noch empfundenen Lichtstrahlen, also etwa die Hälfte eines tausendstel

Millimeters, nicht mindestens erreichen. Derartige Objekte können wir im Mikroskop zwar nicht mehr sehen, aber noch photographieren.

Was die Empfindlichkeit unserer Körperteile, beispielsweise der Hand, gegen Druck anbelangt, so empfindet sie bei 100 g Belastung einen Druckunterschied von 30 g, bei 1000 g Belastung einen solchen von 300 g, das heifst, die „Verhältnisschwelle" der Druckempfindung ist konstant. Unsere feinsten Wagen vermögen dagegen bei einer Belastung von 1 kg noch eine Gewichtsveränderung von etwa dem zweihundersten Teil eines Milligramms nachzuweisen, unbelastet dagegen sogar bereits eine Gewichtszunahme von einem zehntausendstel Milligramm. Übertroffen aber wird auch die empfindlichste Präzisionswage von der Nase, denn wir kennen ja ihre Empfindlichkeit gegen den Verlust gewisser Körper an Riechstoffen, ohne dafs wir darum diesen Verlust auf der Wage nachweisen könnten. E. Fischer und Franz Penzoldt haben hierüber Versuche angestellt und diese im Jahre 1887 in Liebigs Annalen veröffentlicht. Sie fanden, dafs die Nase noch den 460. Teil eines milliontel Milligramms Merkaptan nachzuweisen vermag. Doch ist dies eine Ausnahme, und Spencer hat recht, wenn er alle unsere Instrumente künstliche Erweiterungen unserer Sinne und unsere Werkzeuge künstliche Ausdehnungen unserer Gliedmafsen nennt. B. D.





Himmelserscheinungen.



Übersicht der Himmelserscheinungen für April und Mai.

Der Sternhimmel. Um Mitte der Monate April und Mai ist um Mitternacht der Anblick des Himmels folgender: In Kulmination sind die Sternbilder Jungfrau, Berenice und Jagdhunde, später Bootes, Krone, Schlange und Wage, gegen Ende Mai Skorpion und Herkules. Westlich stehen der grosse Bär und Löwe, letzterer bleibt bis in die ersten Morgenstunden sichtbar; Procyon geht zwischen 10—12 h, Sirius zwischen 7—9 h abends unter. Spica (Jungfrau) geht gegen 4 h morgens unter, Bootes 3½ Stunden später. Der Skorpion wird zwischen 10—12 h abends sichtbar, die Wage schon in der Dämmerung, Herkules um dieselbe Zeit; über Herkules bemerkt man die Leyer. Im Aufgange befindet sich um Mitternacht Pegasus, zwischen 10—12 h abends der Adler, zwischen 1—3 h morgens steigt der Wassermann über den Horizont. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um Mitternacht und dienen zur Orientierung am Himmel:

1. April	γ Virginis	(3. Gr.)	(A R. 12 h	37 m,	D. — 0°	54')
8. „	ϑ „	(4 Gr.)	13	5	— 5	1
15. „	ζ „	(3. Gr.)	13	30	— 0	5
22. „	τ „	(4. Gr.)	13	57	+ 2	1
29. „	γ Bootis	(3. Gr.)	14	28	+ 38	44
1. Mai	π „	(4. Gr.)	14	36	+ 16	51
8. „	ψ „	(4. Gr.)	15	0	+ 27	20
15. „	α Coronae	(2. Gr.)	15	30	+ 27	3
22. „	β Scorpii	(2. Gr.)	15	59	— 19	32
29. „	β Hercul.	(2. Gr.)	16	26	+ 21	42

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind folgende:

S Cancri	(8.—10. Gr.)	(AR. 8 h	38 m,	D. + 19°	23')	Algoltypus
U Hydrae	(4.—6. „)	10	33	— 12	52	irregulär
R Virginis	(7.—11. „)	12	33	+ 7	32	Maxim. 10. Mai
R Bootis	(7.—12. „)	14	33	+ 27	10	„ 11. April
δ Librae	(5.—6. „)	14	56	— 8	7	Algoltypus
U Coronae	(7.—9. „)	15	14	+ 32	1	„
S Librae	(8.—12. „)	15	16	— 20	2	Max. 14. April
R R Scorpii	(7.—8. „)	16	50	— 30	25	„ 17. Mai
U Ophiuchi	(6.—7. „)	17	11	+ 1	19	Algoltypus
Y „	(6.—7. „)	17	47	— 6	7	Kurze Periode
Y Sagittarii	(6.—7. „)	18	15	— 18	54	„ „
U „	(7.—9. „)	18	26	— 19	12	„ „

Der plötzlich aufgetauchte „Neue Stern“ steht wenig nordöstlich von Algol (β Persei) bei A R.3 h 24 m, D. + 43° 34'.

Die Planeten. Merkur läuft vom Wassermann bis in den Stier und ist anfänglich einige Zeit am Morgenhimmel (am 3. April in gröfster westlicher Elongation), gegen Ende Mai bis ¾10 h abends am Westhimmel sichtbar; am 22. Mai findet man ihn etwas über dem nach 8 h abends untergehenden Aldebaran im Stier. — Venus läuft mit Merkur fast den gleichen Weg, im April steht Venus nordöstlich von Merkur, gegen Mitte Mai nähern sich beide Planeten einander sehr bedeutend, Ende Mai bleibt Venus bis nach ¾9 h abends über

dem Horizont. — Mars steht noch im Löwen, am 4. Mai nur 1½ Grad nördlich von Regulus und ist im April bis in die Morgendämmerung, Ende Mai bis nach 1 h morgens am Himmel. — Jupiter und Saturn sind beide noch im Schützen und werden dort rückläufig. Sie gehen nahe gleichzeitig auf und unter: ihr Aufgang erfolgt im April zwischen 1—3 h morgens, im Mai zwischen 11—1 h nachts; beide gehen am Tage unter. — Uranus, im Ophiuchus, im April bald vor Mitternacht aufgehend, im Mai vor 9 h abends, bleibt bis in die Morgenstunden sichtbar. — Neptun im Stier, am Abendhimmel bis 1 h nachts, Ende Mai bis nach ½10 h abends sichtbar.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt		Austritt	
8. April	ω Scorpii	(4. Gr.)	5 h 15 m	morgens	5 h 36 m	morgens
10. „	58 Ophiuchi	(5. „)	0 35	„	1 0	„
8. Mai	21 Sagittarii	(5. „)	1 54	„	3 6	„
9. „	d „	(5. „)	1 33	„	2 36	„
14. „	λ Piscium	(5. „)	2 53	„	3 47	„

Mond. Berliner Zeit.

Vollmond	4. April	Aufg.	7 h 29 m	abends	Unterg.	5 h 36 m	morgens
Letztes Viert.	12. „	„	1 46	morg.	„	10 50	vormittag
Neumond	18. „		—			—	
Erstes Viert.	25. „	„	10 37	vormitt.	„	1 36	morgens
Vollmond	3. Mai	„	7 29	abends	„	4 34	„
Letztes Viert.	11. „	„	0 47	morg.	„	11 2	vormittag
Neumond	18. „		—			—	
Erstes Viert.	25. „	„	11 52	vormitt.	„	0 47	morgens

Erdnähe: 18. April, 17. Mai.
Erdferne: 5. April, 2. und 29. Mai.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung.	Sonnenaufg. f. Berlin.	Sonnenunterg. f. Berlin.
1. April	0 h 36 m 27.1 s	+ 4 m 7.4 s	5 h 38 m	6 h 31 m
8. „	1 4 3.0	+ 2 3.2	5 22	6 43
15. „	1 31 38.9	+ 0 10.7	5 6	6 55
22. „	1 59 14.7	— 1 24.3	4 51	7 8
29. „	2 26 50.6	— 2 38.4	4 38	7 18
1. Mai	2 34 43.7	— 2 55.1	4 32	7 23
8. „	3 2 19.6	— 3 36.8	4 17	7 35
15. „	3 29 55.5	— 3 49.9	4 7	7 46
22. „	3 57 31.4	— 3 34.8	3 57	7 57
29. „	4 25 7.3	— 2 54.4	3 49	8 6

Totale Sonnenfinsternis am 18. Mai. Dieselbe gehört wegen der langen Dauer ihrer Totalitätsphase (Maximum 6½ Minuten) zu den denkwürdigsten totalen Sonnenfinsternissen und wird im laufenden Jahrhundert nur wenige gleich merkwürdige als Parallele haben. Die Finsternis ist hauptsächlich auf Sumatra, Borneo, Celebes, Ceram und den Aruinseln sichtbar. •

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Das Flufseisen, der Baustoff der Neuzeit.

Vortrag, gehalten in der Urania am 23. Januar 1901

von Geh. Bergrat Professor Dr. H. Wedding.

I. Einleitung.

Es hiefse Eulen nach Athen oder Kohlen nach Essen tragen, wenn ich Sie, die Sie im Zeitalter des Eisens leben, ausführlich von der Bedeutung des Eisens unterhalten wollte.

Jeder von Ihnen, die hier anwesend sind, kennt den Wert des Eisens für das Leben des Einzelnen und für das der gesamten gebildeten Völker. Die Damen, welche mir zuhören, wissen, dafs die Nadel, mit der sie nähen, dafs die Schere, mit der sie schneiden, aus Eisen ist, dafs der Topf, in dem gekocht wird, der Regel nach aus Eisen und die Platte der Kochmaschine aus demselben Metall besteht. Sie erinnern sich, dafs, wenn man den eisernen Nagel in die Wand schlägt, man sich dazu eines eisernen Hammers bedient, während die Zange, mit der man ihn wieder auszieht, ebenfalls aus Eisen gefertigt ist. Die anwesenden Herren wissen, dafs es kaum eine Maschine giebt, bei der nicht das Eisen die Hauptrolle spielt, dafs für den Verkehr das Eisen unentbehrlich ist, weil die Wege, auf denen unsere Dampf- und Strafsenbahnen fahren, ebenso wie die Räder, die auf diesen Wegen rollen, aus Eisen bestehen. Der Telegraphendraht, der mit Blitzesschnelle den Gedankenaustausch vermittelt, besteht aus Eisen, und ebenso ist die Feder aus Eisen, mit der die Gedanken niedergeschrieben werden. Die Schiffe, die den Ozean befahren und den Handel vermitteln, sind jetzt zum gröfsten Teil aus Eisen, und die Kriegsschiffe, welche den Handel beschützen, sind mit dicken eisernen Panzerplatten bekleidet. Aus Eisen sind die Geschütze, die unser Vaterland verteidigen, und die Kugeln, die daraus geschossen werden; aus Eisen

aber auch die Geräte, mit denen der Acker gepflügt und geeggt wird; aus Eisen besteht fast ganz die Sämaschine, die Mähmaschine, die Dreschmaschine. — Die Bedeutung des Eisens für unsere Zeit geht auch aus der Menge, welche von diesem billigsten und dabei nützlichsten Metall erzeugt wird, hervor. Auf der Erde werden gegenwärtig im Jahre ungefähr 41 Millionen Tonnen Roheisen dargestellt. Diese Menge würde, wenn man sie als Säule mit einem Quadratmeter Grundfläche aufgerichtet denkt, etwa eine Höhe von 5500 Kilometern einnehmen, d. h., eine solche Säule in die Erde versenkt, würde noch nicht 1000 Kilometer vom Erdmittelpunkte entfernt bleiben, oder man könnte aus diesem Eisen etwa 5000 Säulen in der Höhe unserer höchsten Berge auf der Erde nebeneinander stellen.

Dafs das Eisen eine solche Rolle spielt, verdankt es seinen mannigfaltigen Eigenschaften, die seine Verwendung zu den verschiedensten Zwecken des Lebens und der Technik gestatten. Diese Eigenschaften kommen aber nicht etwa dem Metall Eisen an sich zu, sondern werden erst dadurch hervorgerufen, dafs alles überhaupt verwertbare Eisen einen zweiten Stoff, Kohlenstoff, umschliefst. Freilich schwanken die Mengen des mit dem Eisen legierten Kohlenstoffes nur in sehr geringen Grenzen, übersteigen im wesentlichen niemals 5%, und gehen umgekehrt, wenn das Eisen nutzbar bleiben soll, nicht unter $^{5}/_{100}$% herab. Aber innerhalb dieser Grenzen bedingt die Menge des mit dem Eisen legierten Kohlenstoffs und, wie ich hinzufügen mufs, allerdings auch die Art desselben die Beschaffenheit d. h. die physikalischen Eigenschaften des Eisens.

Man unterscheidet zwei Eisenarten, nämlich ein Eisen, welches, wie das hier vorgezeigte Stück einer Gufsware, spröde ist (das Eisen zerspringt unter dem Schlag des Hammers), und ein Eisen, welches dehnbar ist (das vorgeführte Eisen läfst sich, ohne zu zerbrechen, hämmern und ausdehnen). Das erstere ist leicht, das letztere schwer schmelzbar. Man nennt die spröde Eisenart, bei welcher der Kohlenstoffgehalt zwischen 5 und 2,3% schwankt, Roheisen. Der Name rührt daher, dafs dieses Eisen unmittelbar aus dem Erze, welches die Natur uns liefert, hergestellt wird. Die zweite Art, das schmiedbare Eisen, besitzt weniger als 2,3%, der Regel nach sogar weniger als 1,6% Kohlenstoffgehalt, wird aus dem Roheisen hergestellt, findet sich aber in der Technik am meisten verwertet. Das Roheisen also ist spröde, das schmiedbare Eisen ist zähe und läfst sich sowohl im kalten wie im warmen Zustande unter einem Hammer in seiner Form verändern, ohne, wie das andere Eisen, in Stücke zu zerspringen.

Gegenwärtig wird alles schmiedbare Eisen aus Roheisen hergestellt. Das ist nicht etwa immer so gewesen; vielmehr wurde bis zum Schlusse des 15. Jahrhunderts das schmiedbare Eisen unmittelbar aus dem Eisenerz hergestellt, und man nennt dieses Verfahren Rennarbeit. Man kannte bis dahin das Roheisen nicht. Dieser von dem Uranfange der Eisenerzeugung, welcher weit über die älteste geschriebene Geschichte hinausreicht, an ausgeübte Vorgang läfst sich heutigentags nicht mehr durchführen, weil man mit ihm nicht genügende Mengen Eisen herstellen kann, und weil man dabei einen grofsen Verlust (die Hälfte) an Metall erleidet. — Am Ende des 15. Jahrhunderts erfand man ein neues Verfahren der Eisendarstellung aus den Erzen, den Hochofenprozefs, ein Verfahren, durch welches die Eisenerze in verhältnismäfsig grofsen Mengen in hohen Öfen verschmolzen werden. Aber dieses Verfahren, welches sich bis auf den heutigen Tag als das beste, billigste und zweckmäfsigste erhalten hat, bedingt es, dafs das so hergestellte Eisen nur als sprödes, d. h. kohlenstoffreiches Eisen, also Roheisen, erhalten werden kann. Es ist unmöglich, mit diesem Verfahren unmittelbar schmiedbares Eisen herzustellen. Da man nun aber das schmiedbare Eisen am meisten braucht, so mufs man es erst aus dem Roheisen wieder erzeugen.

Gleichzeitig mit der Erfindung der Darstellung des Roheisens oder des Hochofenprozesses hatte man daher auch sofort einen zweiten Prozefs erfinden müssen, durch welchen man diese Umwandlung vornehmen konnte; man nennt ihn das Frischen. Durch diesen Prozefs wird also dem zu hoch gekohlten Eisen, dem Roheisen, so viel Kohlenstoff genommen, als erforderlich ist, um es in den schmiedbaren Zustand überzuführen.

Auch dieses Verfahren wurde anfangs, nach Einführung des Hochofenprozesses, wie jener lediglich unter Anwendung von Holzkohle als Brennstoff ausgeführt. Aber als nach etwa zwei Jahrhunderten infolge der zunehmenden Bevölkerung und wegen der zweckmäfsigeren Verwendung des Holzes zu Bauzwecken u. dergl. die Wälder nicht mehr die nötigen Mengen Holz für Holzkohle lieferten, sah man sich genötigt, sich nach einem anderen Brennstoffe umzusehen, und fand diesen in der Steinkohle, welche uns die Natur in vielen Ländern in reichlicher Menge aufgespeichert hat. Die Steinkohle ist das Produkt einer langsamen Vermoderung von Pflanzen in dem Verlaufe von Tausenden und aber Tausenden von Jahren. Sie enthält viel mehr Kohlenstoff als das Holz und ist daher auch ein viel wertvollerer Brennstoff. Wenn man diese Steinkohle erhitzt, ohne Luft

zutreten zu lassen, so erhält man daraus einen fast nur aus Kohlenstoff bestehenden Rückstand, welchen man Koks nennt. Die Koks sind also eine an Kohlenstoff angereicherte Steinkohle. Ich bemerke gleich hier, dafs man die Steinkohle ebenso, wie man sie in ein kohlenstoffreicheres festes Produkt, Koks, umwandeln kann, sie auch ganz und gar in ein brennbares Gas, welches man gewöhnlich Kohlenoxydgas, besser Luftgas, nennt, weil es durch Vermittelung von Luft hergestellt wird, verwandeln kann.

Die drei Brennstoffe Steinkohle, Koks und Luftgas benutzte man nunmehr zur Eisenerzeugung, genau genommen allerdings erst von der Mitte des 19. Jahrhunderts an in nennenswertem Mafse, und jetzt hat die Steinkohle das Holz so gut wie ganz verdrängt.

Während man im Hochofen an Stelle der Holzkohlen die Koks setzte, benutzte man zuvörderst die Flamme der Steinkohle zu einem Frischprozesse, den man Puddeln nennt, weil man in das geschmolzene Roheisen Luft einrührt, um es von dem Zuviel an Kohlenstoff zu befreien.

Das so erhaltene schmiedbare Eisen befindet sich, wie bei dem älteren Verfahren mit Holzkohle, in einem teigigen, keinem flüssigen Zustande, schliefst daher Schlacke ein.

Dafs das schmiedbare Eisen lediglich in einem teigigen Zustande hergestellt werden konnte, da die Hilfsmittel zur Wärmeerzeugung nicht ausreichten, um es zu schmelzen, war ein unangenehm empfundener Nachteil. Darin lag auch ein wesentlicher Nachteil gegenüber dem Roheisen. Das Roheisen mit seinem hohen Kohlenstoffgehalte hatte einen niedrigeren Schmelzpunkt, liefs sich daher ohne Schwierigkeit in kleineren oder gröfseren Mengen durch Schmelzung in den flüssigen Agregatzustand überführen und dann in bereit gestellte Formen giefsen, deren Gestalt es annahm, so dafs man daraus Gufsstücke (Gufswaren) jeder Art erhalten konnte. Das ging beim schmiedbaren Eisen nicht an, da man es zwar schmieden, aber nicht schmelzen konnte. Man war also darauf angewiesen, es anfangs durch Hämmern, später auch durch Walzen oder Pressen in diejenige Form zu bringen, welche für die Gebrauchsware nötig war.

Nun nimmt die Schmelzbarkeit des Eisens überhaupt, also auch die des schmiedbaren Eisens mit dem Gehalte an Kohlenstoff zu. Bei dieser Erwähnung mufs ich etwas näher eingehen auf den Einflufs des Kohlenstoffgehalts auch auf eine andere physikalische Eigenschaft des schmiedbaren Eisens. Dasjenige schmiedbare Eisen, welches einen Kohlenstoffgehalt, der nahe an den des Roheisens kommt, besitzt,



von 0,6% an bis hinauf zu der Grenze des Roheisens, in der Praxis etwa bis 1,6%, nennt man Stahl, weil es die Eigenschaft der Härtbarkeit besitzt. Der Stahl ist also nichts weiter als ein schmiedbares Eisen von einem bestimmten Kohlenstoffgehalte, welches aber seinen Namen von der hervorragenden Eigenschaft, sich härten zu lassen, herleitet. Wenn man nämlich ein Eisen von dem genannten Kohlenstoffgehalte heifs macht, es etwa bis zu einer hellen Kirschrotglut erhitzt und dann plötzlich abkühlt, so nimmt dadurch, dafs der Kohlenstoff in einer bestimmten Spielart (Härtungskohle) erhalten bleibt, das Eisen eine sehr erhebliche Härte an. Der Stahl ist mit anderen Worten härtbar. Solchen Stahl stellt man in der Praxis nur zwischen den Grenzen des Kohlenstoffgehalts von 0,6 bis 1,6% dar, weil bei höherem Gehalt die Eigenschaften sich schon zu sehr denen des Roheisens nähern. Nebenbei sei bemerkt, dafs man ein schmiedbares Eisen, welches diese Eigenschaft der Härtbarkeit nicht oder nicht in einem für die Technik genügenden Mafse besitzt, im Gegensatz zum Stahl wegen seiner sich besonders für Schmiedarbeiten eignenden grofsen Zähigkeit Schmiedeisen nennt. Man teilt daher alles schmiedbare Eisen in je zwei Unterabteilungen, deren kohlenstoffreichere Stahl, deren kohlenstoffärmere Schmiedeisen genannt wird (Flufsstahl, Flufsschmiedeisen, Schweifsstahl, Schweifsschmiedeisen).

Es ist erklärlich, dafs man bei Beginn der Versuche, auch das schmiedbare Eisen zu schmelzen, mit dem kohlenstoffreicheren, also dem leichter schmelzbaren Stahl den Anfang machte, und thatsächlich hatte man damit auch schliefslich einen kleinen Erfolg zu verzeichnen. Es war im Jahre 1770, als es in England einem Manne namens Huntsman gelang, in aus feuerfesten Stoffen (namentlich Graphit) hergestellten kleinen Tiegeln thatsächlich wenige Kilogramme eines für die Herstellung von Werkzeugen geeigneten Stahls zu schmelzen. Dieses Verfahren wurde bald Allgemeingut, aber lange Zeit gelang es nur, ganz geringe Mengen auf diese Weise zu schmelzen, wie sie etwa genügen zur Herstellung kleiner Werkzeuge, wie Meifsel, Scheren, Messer u. dergl. Erst als Friedrich Krupp in Essen das jetzt so berühmte Werk im Jahre 1810 gründete, setzte er mit Erfolg diese Bestrebungen fort, indem er den Inhalt zahlreicher Tiegel in einer und derselben Form vereinigte. Es gelang ihm dadurch, gröfsere Blöcke zu erzeugen. Im Jahre 1851 stellte er in London einen von der ganzen Welt bewunderten Stahlblock aus, welcher 2250 kg wog. Auf der Londoner Ausstellung 1862 führte er bereits einen Block von mehr als dem zehnfachen Gewichte, nämlich von 25000 kg, vor, 1867

in Paris einen Block von 50000 kg und auf der Wiener Ausstellung 1873 einen solchen von 52000 kg. Indessen, wenn man auch jetzt durch Zusammenschütten des Inhalts vieler Tiegel beliebige Gewichte herstellen kann (unsere Kanonenrohre wiegen im rohen Zustande zum Teil erheblich über 50000 kg), so war man doch immer auf das Schmelzen von verhältnismäfsig geringen Mengen in kleinen Gefäfsen angewiesen, und das Eisen an Stelle in Tiegeln in grofsen Flammöfen zu schmelzen, scheiterte jedesmal, weil man nicht, wie im Tiegel, die Luft abschliefsen und nicht die nötige Schmelzhitze erzeugen konnte.

Da machte sich denn im Jahre 1858 ein ungeheurer Umschwung bemerkbar durch eine Erfindung, welche wohl gleichwertig ist mit der Erfindung der Hochöfen, und welche das gesamte Eisenhüttenwesen auf eine andere Stufe gebracht hat. Es ist das Verfahren von Bessemer oder das Bessemern. Erst nachdem dieses Verfahren erfunden und ausgebildet war, kam man durch wissenschaftliche Untersuchungen auf diejenigen Bedingungen, welche notwendig erfüllt werden müssen, um auch im Flammofen (der Engländer nennt ihn Open-hearth-furnace) grofse Mengen von Eisen zu schmelzen, und als die Gebrüder W. und F. Siemens die Wärmespeicherfeuerung erfunden hatten, benutzte ein Elsässer Namens Martin beides und erfand das Flammofenflufseisen- oder das Martinverfahren.

Diese beiden Verfahren, das Bessemerverfahren und das Martinverfahren, sind es, welche heutigentags neben dem Hochofenverfahren die Grundlage unseres Eisenhüttenwesens bilden und dazu geführt haben, ein geschmolzenes schmiedbares Eisen in grofsen Mengen herzustellen, welches wir im Gegensatz zu jenem nur im teigigen Zustande und durch Aneinanderschweifsen kleinerer oder gröfserer Eisenmengen gewonnenen Eisens, welches den Namen Schweifseisen führt, mit dem Namen Flufseisen belegen.

Da bei der Erfindung jener eben genannten Verfahren die meisten Eisenhüttenwerke nur auf die Herstellung von Schweifseisen durch Puddeln eingerichtet waren, darf es nicht Wunder nehmen, wenn man sich anfangs ungemein dagegen sträubte, nun ganz andere Vorrichtungen zu bauen, vielmehr hoffte, durch Verbesserung des Schweifseisenverfahrens auch dasselbe Ziel zu erreichen. Es war aber vergeblich, denn wir werden später sehen, dafs das Schweifseisen in fast allen Beziehungen weit hinter dem Flufseisen zurücksteht und dabei jetzt auch noch teurer ist als dieses.



Sehen wir uns die beiden Verfahren eingehend an, welche also heutigentags die Darstellung des schmiedbaren Eisens beherrschen.

II. Das Bessemerverfahren.

Ich führe Ihnen zuvörderst hier durch ein Bild dasjenige Gefäfs vor, in welchem das Flufseisen erzeugt wird (Fig. 1). Es ist das ein mächtiges, ungefähr 5 m hohes Gefäfs, welches die Gestalt einer Birne hat und daher auch mit Recht im Deutschen „Birne“, irrig mit einem

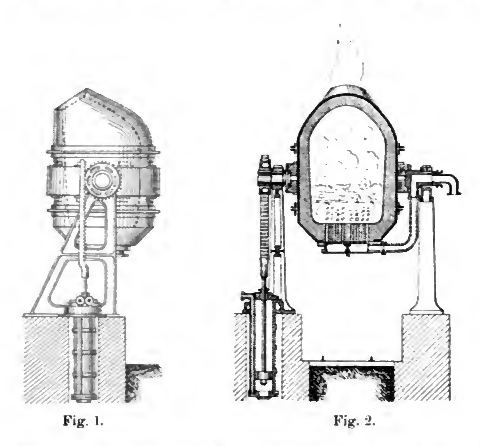


Fig. 1. Fig. 2.

recht schlecht gebildeten Fremdwort „Converter“ genannt wird. Diese Birne besteht aus einem Eisenblechmantel, welcher innen mit einem feuerfesten Futter ausgesetzt ist, wie der Durchschnitt (Fig. 2) zeigt. Einen Augenblick mufs ich bei diesem feuerfesten Futter verweilen; denn auf seine Beschaffenheit kommt es an, welche von zwei Arten Roheisen man zu Flufseisen verarbeiten will. Bei dem Hochofenverfahren wird in das Roheisen nicht nur eine verhältnismäfsig grofse Menge Kohlenstoff eingeführt, sondern das ganze Verfahren bedingt auch, dafs unausbleiblich gleichzeitig einige andere Elemente, zu denen ganz besonders Silicium, Mangan, Schwefel und Phosphor gehören, mit in das Eisen gelangen. Nun sind aber selbst geringe Mengen dieser vier Elemente für die physikalischen Eigenschaften des in der

Technik benutzten schmiedbaren Eisens durchaus unzulässig, und man mufs daher neben dem Zuviel an Kohlenstoff auch diese Elemente entfernen. Das kann man nur dadurch thun, dafs man, wie den Kohlenstoff, so auch diese Elemente durch Sauerstoff oxydiert. Das geht in jedem Falle leicht mit Mangan und Silicium, nicht so mit dem Phosphor. Wenn das Futter aus Quarz (Kieselsäure) besteht (saures Futter), so geht keine Spur des Phosphors fort, man ist also gezwungen, ein phosphorfreies oder wenigstens phosphorarmes (0,1% höchstens) Roheisen zu verarbeiten; wenn man dagegen ein kieselsäurefreies Futter (basisches Futter) benutzt, so kann man allen Phosphor entfernen. Danach unterscheidet man einen sauren und einen basischen (auch nach seinem Erfinder Thomas-Verfahren genannten) Vorgang.

Wie eine solche Birne im Innern aussieht, ersehen Sie aus dem rechtwinkelig zu der ersten Figur stehenden Schnitt durch die Birne (Fig. 2). Das feuerfeste Futter besteht beim sauren Verfahren aus Ganister, d. h. einem nur ein klein wenig zur Bindung nötigen Thon enthaltenden Quarz, beim basischen Verfahren aus gebranntem Dolomit (Gemisch von Kalkerde und Magnesia), welcher durch ein Bindemittel, einem von seinem Wassergehalte befreiten Teer, zusammengebacken wird. Wir wollen nun das Verfahren verfolgen.

Die Birne mufs gekippt werden, und dazu dient, wie Sie im zweiten Bilde sehen, ein Zahnrad, welches fest auf der Achse sitzt und in welches eine Zahnstange eingreift. Diese erhält ihre Bewegung durch einen von Druckwasser bewegten Kolben. Die zweite Achse des kippbaren Gefäfses ist hohl und gestattet, geprefste atmosphärische Luft (Wind) in jeder Stellung und Lage der Birne in einen unter dem Boden des Gefäfses befindlichen Raum zu führen, von wo sie in zahlreichen Strömen in das Innere und damit in das flüssige Roheisen eindringt.

Zuerst kippt man die Birne um, und Sie sehen an dem folgenden Bilde (Fig. 3), wie nun das (gewöhnlich im flüssigen Zustande vom Hochofen hergenommene, seltener in besonderen Öfen umgeschmolzene) flüssige Roheisen in die Birne hineingegossen wird, nachdem dasselbe in einer Pfanne dorthin gebracht war. Ist die Birne hinreichend gefüllt, im grofsen und ganzen gewöhnlich mit 10000, 15000 und auch 20000 kg Roheisen, so richtet man sie mittelst jenes vorher erwähnten Zahnrades wieder in ihre senkrechte Stellung, und in demselben Augenblick strömt die geprefste atmosphärische Luft, welche vom Gebläse geliefert wird, durch das Eisen. Die atmosphärische Luft, welche aus $^4/_5$ Teilen Stickstoff und $^1/_5$ Sauerstoff be-

steht, bringt das Eisen sofort in starke Wallung. Der Stickstoff übt chemisch gar keinen Einflufs aus, er wirbelt nur das Ganze physikalisch durcheinander; der Sauerstoff dagegen bemächtigt sich jener Elemente, welche oxydierbar sind, ganz besonders des Siliciums und Mangans und bildet Schlacke (Fig. 4). Wie jede Verbrennung, so erzeugt auch diese Verbrennung von Silicium und Mangan eine sehr erheblich hohe Temperatur, und statt, wie man auf den ersten Augenblick denken sollte, da die Luft doch kalt ist, das Bad abzukühlen,

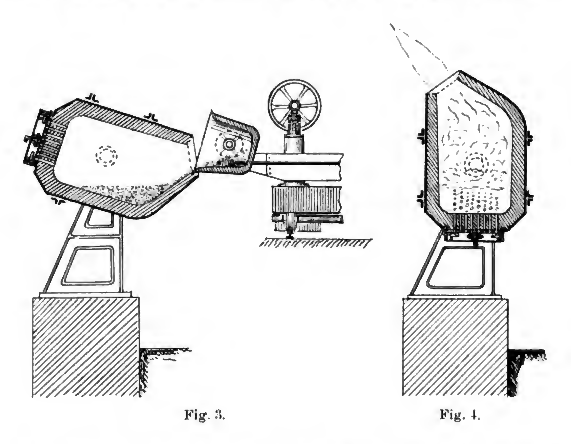


Fig. 3. Fig. 4.

wird dasselbe immer heifser und heifser. Mit dem Silicium und Mangan oxydiert sich nur ein kleiner Teil des Eisens. Sobald Silicium und Mangan in ihre Oxyde (eine Schlacke) umgewandelt sind, kommt das Eisen an die Reihe. Aber sobald sich das Eisen oxydiert, besitzt es die Fähigkeit, den Sauerstoff weiter auf den Kohlenstoff zu übertragen. Der Kohlenstoff wird zu Kohlenoxyd, welches, oben aus der Mündung austretend, mit blauer Farbe zu Kohlendioxyd verbrennt. Eine schön gefärbte Flamme entsteht. Sehr bald steigt die Hitze sehr hoch, und die Gase treten aus der Mündung des Gefäfses mit starkem Druck in Form einer flackernden, zackigen Flamme aus, wie das folgende Bild (Fig. 5) zeigt. Man kann dadurch, dafs man diese Flamme durch das Spektroskop, einen Apparat mit Glasprismen, in

welchem das Licht gebrochen und zerlegt wird, beobachtet, sehr wohl den ganzen chemischen Vorgang verfolgen und ihn danach auch leiten.

Allmählich erreicht die Flamme ihren höchsten Glanz; die Entwickelung des Kohlenoxyds ist oft so heftig, daſs ganze Ströme von Schlacke und Eisen, im übrigen auf die gesamte Menge von unwesentlichem Gewichte, ausgeschleudert werden, und die helle Flamme samt diesem Feuerwerk von Schlacke und sternförmig verbrennendem Eisen giebt dem Vorgang ein unvergleichlich schönes Aussehen. Mehr

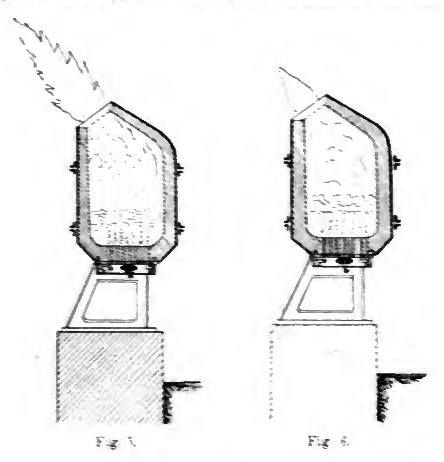


Fig. 5. Fig. 6.

und mehr verbrennt der Kohlenstoff, es entsteht aus dem Roheisen zuerst Stahl, dann Schmiedeisen, zuletzt kohlenstofffreies Eisen.

Anfänglich hatte Bessemer geglaubt, daſs es wohl möglich sein würde, wie bei den früheren Schweiſseisenverfahren den Kohlenstoff in einer beliebigen Höhe festzuhalten, d. h. mehr oder minder kohlenstoffhaltiges Fluſseisen, namentlich Stahl, ohne weiteres darzustellen. Aber sehr schnell überzeugte er sich, daſs dies nicht möglich sei, weil der Vorgang viel zu schnell verläuft. Der ganze Vorgang bis zur vollständigen Entkohlung dauert nur 10 bis 20 Minuten bei 15 bis 20 t Roheiseneinsatz. Da ist es erklärlich, daſs in jeder Sekunde sich die Beschaffenheit des Eisens so sehr ändert, daſs von einem



plötzlichen Anhalten zur Festhaltung eines bestimmten Kohlenstoffgehalts kaum die Rede sein kann. Glücklicherweise macht sich dagegen der Zeitpunkt, zu dem nunmehr das Eisen völlig vom Kohlenstoff befreit, d. h. nahezu ein chemisch reines Eisen ist, an der Flamme deutlich bemerkbar; sie verwandelt sich plötzlich aus einem leuchtenden Zustande in einen nur erleuchteten Gasstrom, es sieht so aus, als wenn sie in das Gefäfs zurückkriecht (Fig. 6). Dieser Augenblick ist der des gänzlichen Verschwindens des Kohlenstoffs. Er ist mit blofsem Auge an der Flamme, noch deutlicher in dem Spektroskop am Verschwinden bestimmter Linien, besonders in grünem Felde, zu erkennen.

Nunmehr hat man es also mit einem annähernd chemisch reinen Eisen zu thun, vorausgesetzt, dafs kein Phosphor im Roheisen war. Aber ein solches Eisen kann man ja in der Praxis nicht gebrauchen. Man kann es aus einem doppelten Grunde nicht gebrauchen, erstens, weil, wie ich am Anfange meiner Vorführungen erläuterte, das Eisen, welches man in der Technik benutzt, stets einen gewissen Kohlenstoffgehalt besitzen mufs, der hier fehlen würde, und zweitens aus einem noch viel wichtigeren Grunde: In dem Augenblick, wo der letzte Kohlenstoff verschwindet, vereinigt sich Sauerstoff der Luft mit dem Eisen, und ein selbst kleiner Sauerstoffgehalt von wenigen Hundertel Prozenten macht ebenfalls wieder das schmiedbare Eisen unbrauchbar. So entsteht eine neue Aufgabe. Man mufs einmal den Sauerstoff fortschaffen und ferner dem Eisen wieder Kohlenstoff hinzufügen. Ist aber Phosphor im Roheisen gewesen, so würde dieser allein zurückgeblieben sein, ein phosphorhaltiges Eisen kann man aber nicht gebrauchen, da es mit Leichtigkeit bei gewöhnlicher Temperatur zerspringt und bricht (Kaltbruch). Mit dem Verfahren, wie es bis jetzt beschrieben worden ist, bei welchem man ein saures Futter verwendete, kann man also keinen Phosphor fortbringen.

Will man den Phosphor entfernen, so mufs man ein basisches Futter anwenden. Dieses basische Futter indessen allein genügt noch nicht. Man mufs aufserdem in die Birne hinein gleichzeitig gebrannten Kalk (Calciumoxyd) hineinbringen. Sie werden gleich sehen, zu welchem Zwecke. Nachdem nämlich aller Kohlenstoff verbrannt ist, bläst man dann noch ruhig weiter, und da nun weder Kohlenstoff vorhanden ist, welcher den Phosphor reduzieren würde, noch Kieselsäure, welche die Phosphorabscheidung hindern würde, so wird nun der Phosphor oxydiert und dieser oxydierte Phosphor (Phosphorsäure) vereinigt sich mit dem gebrannten Kalkstein und bildet eine phosphor-

haltige Schlacke. Diese Schlacke giefst man nach Vollendung der Entphosphorung (Nachblasen) von dem Eisenbade ab.

Da sie im wesentlichen aus Calciumphosphat besteht und freien Kalk enthält, so ist sie, wenn man sie zu einem feinen Pulver mahlt und siebt, eines der nützlichsten Düngemittel für die Landwirtschaft, welche kaum ohne dieses Produkt des Eisenhüttenwesens auskommen könnte, woraus schon zu ersehen ist, wie notwendigerweise hier, wie in fast allen wichtigen Fragen, Eisenhüttenwesen und Landwirtschaft zusammen gehen müssen. Es möge noch bemerkt werden, dafs bei

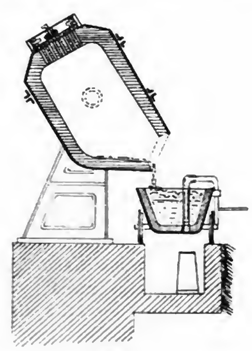


Fig. 7.

dem basischen Verfahren der Phosphor mit als Brennstoff oder Wärmegeber wirkt und daher nur ein Roheisen von mindestens $1\frac{1}{2}\%$ Phosphor, aber ohne nennenswerten Gehalt an Silicium benutzt werden kann.

Nachdem die Schlacke abgegossen ist, hat man, wie bei dem sauren Prozefs, nach der Vollendung der Entkohlung ein Eisen, welches kohlenstofffrei, dabei etwas sauerstoffhaltig ist.

Um nun ein solches Eisen für die Technik brauchbar zu machen, schliefst man unmittelbar einen neuen Vorgang an; man führt Kohlenstoff zu und entfernt den Sauerstoff und nennt dies das Kohlungs- und Desoxydationsverfahren. Glücklicherweise giebt es Roheisenarten, welche einen erheblichen Gehalt an einem anderen, dem Eisen im übrigen recht nahe verwandten Metalle, nämlich Mangan, enthalten. Man nennt diese Eisenarten, wenn sie 10 bis 20% Mangan enthalten,

Spiegeleisen, wenn sie mehr enthalten Ferromangan. Beide sind kohlenstoffhaltig. Von einer der beiden Eisenarten thut man, nachdem das sauerstoffhaltige kohlenstofffreie Eisen erzielt ist, so viel in die Birne, dafs der in ihnen enthaltene Kohlenstoff der im schmiedbaren Eisen gewünschten Menge entspricht, während gleichzeitig das Mangan, welches sich leichter als Eisen mit dem Sauerstoff vereinigt, diesen aus dem Eisen fortnimmt. An Stelle des kohlenstoffhaltigen Manganeisens nimmt man auch kohlenstoffhaltiges Siliciumeisen (Ferrosilicium).

Nun endlich hat man ein Eisen, welches allen Anforderungen entspricht, und dieses Eisen giefst man zuvörderst in eine Giefspfanne, wie das in vorstehendem Bilde (Fig. 7) erscheint, aus, und aus dieser in eiserne Formen, in denen man es erstarren läfst. Das erstarrte Eisen nennt man dann kurzweg „Block“, oder mit einem schlechten Fremdwort „Ingot“. Diese Blöcke sind der Grundstoff, aus dem man wieder alle möglichen Gebrauchsgegenstände, Eisenbahnschienen, Doppel-T-Träger, Winkeleisen, Bleche, Draht u. s. w. auswalzt.

III. Martinverfahren.

Das Martinverfahren wird in einem ganz anderen Ofen, einem sogenannten Wärmespeicher-Flammofen, ausgeführt. Dafs man überhaupt dieses Verfahren in einem Flammofen ausführen konnte, verdanken wir, wie vorerwähnt, den Gebrüdern Siemens. Es beruht auf den folgenden Vorgängen, die ich Ihnen unter Vorzeigung eines entsprechenden Bildes vorführen will.

Man macht aus Steinkohle ein brennbares Gas, Luftgas, dessen Hauptbestandteil Kohlenoxyd ist, und wärmt dieses, ehe man es zur Verbrennung gelangen läfst, ebenso wie die zur Verbrennung nötige Luft, in Kammern vor, die mit feuerfesten Steinen ausgesetzt sind. Wenn nun diese beiden so erhitzten Stoffe sich vereinigen, erzeugen sie eine viel höhere Temperatur, als wenn man sie im kalten Zustande zusammenleiten würde.

Man führt also die erhitzten Stoffe, Gas und Luft, beim Eintritt in den Ofen zusammen. Die heifse Flamme geht durch den Ofenraum, giebt darin einen Teil ihrer Wärme ab, um das eingesetzte Eisen zu schmelzen und um Flufseisen zu erzeugen. Aber wenn sie auch dabei einen grofsen Teil ihrer Wärme verliert, so verliert sie doch bei weitem noch nicht alle Wärme. Ein grofser Teil wohnt ihr noch inne, und diese Wärme wird nun weiter benutzt, indem man die aus dem Flammofen abziehenden Gase durch zwei ebensolche Kammern leitet, die

mit feuerfesten Steinen gitterförmig ausgesetzt sind (Fig. 8). Die Gase, die durch diese Kammern streichen, geben ihre Wärme an die Steine ab und gehen ziemlich kühl zur Esse. Nun dreht man Ventile, welche in den Leitungen angebracht sind (Fig. 9), um, läfst jetzt Gas und Luft durch die vorher erhitzten Kammern streichen und durch den Ofen in umgekehrter Richtung wie bisher gehen. Dadurch gewinnt man die Wärme aus den zuletzt erhitzten Kammern, während durch die Abhitze jetzt die beiden anderen Kammern angewärmt werden, und so wechselt man eben alle halben Stunden ab. Man sollte auf den ersten Blick meinen, man könnte auf diese Weise unendlich hohe Temperaturen hervorrufen. Das ist nicht der Fall, und zwar aus mehreren Gründen; erstens halten sich sehr bald Wärmeerzeugung

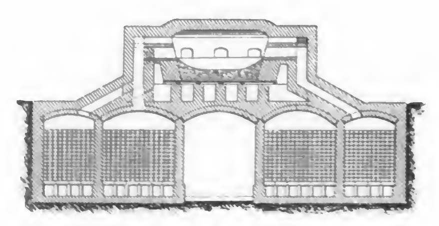


Fig. 8.

und Wärmeverlust durch Ausstrahlung das Gleichgewicht, zweitens verbindet sich das Kohlenoxydgas, d. h. verbrennt nur bei einer Temperatur unter 2000° mit Sauerstoff, drittens würde man keinen höherer Temperatur widerstehenden Ofenbaustoff finden.

Das Martinverfahren beruhte ursprünglich darauf, dafs Roheisen und schmiedbares Eisen zusammen verschmolzen werden sollten. Denken Sie sich das erste mit einem hohen, das zweite mit einem niedrigen Kohlenstoffgehalt, so bekäme man dadurch ein Eisen von mittlerem Kohlenstoffgehalt, d. h. Stahl. So dachte Martin im Anfange auch wirklich das Verfahren auszuführen, aber das erwies sich aus mehreren Gründen als unmöglich, denn man mufste doch wieder alle Verunreinigungen des Eisens an Mangan, Silicium, Phosphor u. s. w. entfernen, und woher sollte man denn das schmiedbare Eisen nehmen?

Würde man es zu diesem Zwecke erst erzeugen, so würde der Prozefs nicht ökonomisch sein können, denn dann hätte man ja das

beabsichtigte Eisen bereits da. Das schmiedbare Eisen verwendet man daher nur in Gestalt von Abfall, hauptsächlich in Form von Alteisen, welches alljährlich sich in ungeheuren Mengen ansammelt. Man nennt diese Abfälle kurzweg Schrott. Das Sammeln des alten Eisens geschieht in eigentümlicher Weise. Kleine Leute suchen die Eisenabfälle, wo es auch sei, aus Abbruchhäusern, aus zerstörten Maschinen, alten Dampfkesseln u. s. w., sammeln sie, gröfsere Kaufleute sortieren sie, und endlich gelangen sie zum Verkauf an die Hüttenwerke. Ebendort werden Enden von Stäben, Abschnitte, verunglückte Stücke aus Maschinenbauanstalten u. s. w. verwertet.

Der Ofen besteht aus einem mit einem Gewölbe überdeckten Herde. Dieser Herd ist wieder entweder aus Quarz gebildet, und dann kann Phosphor nicht entfernt werden, oder aus gebranntem Dolomit (Kalk-Magnesia) oder Magnesit (Magnesia), und dann kann man den

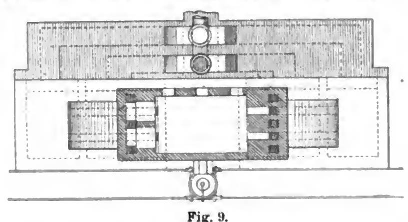


Fig. 9.

Phosphor entfernen, das Gewölbe dagegen besteht stets aus sauren Steinen (Dinasziegeln, Quarz mit wenig Kalkgehalt).

Hat man den Ofen hinreichend angewärmt, so bringt man in ihn, wenn kein Phosphor zu entfernen ist, das Roheisen und Schrott, wenn Phosphor entfernt werden mufs, aufserdem noch Kalkstein, schliefst die Thüren und schmilzt bei hoher Temperatur, welche ungefähr die Hitze des schmelzenden Platins (1750°) erreichen mufs.

Sobald alles geschmolzen ist, hat man zuerst ein Eisen von mittlerem Kohlenstoffgehalte. Aber in demselben befinden sich ja noch Silicium, Mangan, Phosphor aus den Rohstoffen her, und um diese Elemente zu entfernen, dazu genügt das Einschmelzen nicht. Glücklicherweise, möchte ich sagen, besitzt ja der Schrott, den man hier einschmilzt, eine Menge von Rost. Der Rost ist ein wasserhaltiges Eisenoxyd und giebt seinen Sauerstoff an jene Elemente ab. Aber das genügt nicht, man mufs daher darauf bedacht sein, durch reich-

lichen Zutritt von Luft, die mit der Flamme eingeführt wird, wohl auch durch Zusatz von Eisenoxyden als Erze, noch mehr Sauerstoff einzuführen, so dafs allmählich gerade wie beim Bessemerverfahren, nicht nur alle fremden Elemente, sondern auch aller Kohlenstoff entfernt werden, und wir am Schlusse ein Eisen von nahezu rein-chemischer Beschaffenheit erhalten, aber, wie beim Bessemerverfahren, ein Eisen, welches für die Technik nicht brauchbar wäre, weil es keinen Kohlenstoff enthält, und welches ferner schon Sauerstoff aufgenommen hat.

Es bleibt daher nichts übrig, als nunmehr auch diesem Eisen wiederum Ferromangan oder Spiegeleisen oder Ferrosilicium zuzusetzen und erst auf diese Weise das für die Technik brauchbare reine Eisen mit einem bestimmten Kohlenstoffgehalt zu erzeugen, welches

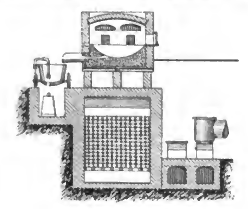


Fig. 10.

man nun aus dem Ofen, wie das Bild (Fig. 10) zeigt, in eine Pfanne absticht, aus welcher es in die Giefsformen überführt wird, in denen es abermals zu Blöcken erstarrt.

Aus der Giefspfanne kann das Eisen auch unmittelbar in Formen (aus Tiegelmasse) übergeführt werden, in der es beim Erstarren sofort die Gestalt der Gebrauchswaren (z. B. Zahnräder, Kurbelachsen) annimmt. Solche Waren nennt man im Gegensatz zu den aus Gufseisen hergestellten Gufswaren, Flufswaren.

IV. Eigenschaften des Flufseisens.

Vergleichen wir die beiden geschilderten Verfahren miteinander, so zeigt sich, dafs das erste, das Bessemerverfahren, in viel kürzerer Zeit verläuft als das Martinverfahren. Bei dem Bessemerverfahren braucht man infolge des kurzen Verlaufes und der schnell sich steigernden Temperatur überhaupt keinen weiteren Brennstoff. Ist einmal das flüssige Roheisen in der Birne, so behält es nicht nur seine Temperatur bei, sondern es steigert seine Wärme wesentlich.

Ganz anders beim Martinverfahren, wo eine grofse Fläche des Eisenbades eine schnellere Abkühlung begünstigt, wo eine lange Zeit, 5 bis 8 Stunden, zur Durchführung es notwendig macht, eine Heizung des Ofens, wie wir gesehen hatten, mit Luftgas herbeizuführen. Diese Heizung erfordert naturgemäfs Brennstoff, und auf den ersten Blick sollte man glauben, es müfste infolgedessen auch das Flufseisen aus dem Flammenofen sehr viel teurer sein als das Flufseisen aus der Birne. In Wirklichkeit ist dies aber nicht der Fall, vielmehr ist das in dem Martinofen erzeugte Eisen gewöhnlich nur wenig teurer als das in der Bessemer Birne dargestellte. Das rührt daher, dafs man für die Bessemerbirne eine sorgfältige Auswahl des Roheisens treffen mufs, während im Martinofen alles gebraucht werden kann.

Hat man für die Birne ein geeignetes Roheisen, welches sich immer gleich bleibt, so macht es keine Schwierigkeiten, ein für viele Zwecke brauchbares Produkt (Schienen, Träger, Winkeleisen) zu erzeugen. Dagegen gestattet der Martinofen, selbst ganz ungleichartige Rohstoffe zu verarbeiten, namentlich, weil man in jedem Augenblicke des Vorganges Proben nehmen, sie untersuchen und dann nach Bedarf die Oxydation und nacher die Kohlung beschleunigen, verzögern oder unterdrücken kann.

Der Martinofen hat aufserdem den unleugbaren Vorzug, dafs man in ihm besondere Arten von Eisen herstellen kann, so z. B. hat sich in neuerer Zeit die Wichtigkeit eines Zusatzes von Nickel zu dem Eisen für bestimmte Zwecke, ganz besonders für die Herstellung von Panzerplatten herausgestellt, ferner die Zweckmäfsigkeit eines Zusatzes von Wolfram, Chrom u. dergl. für sehr harte Eisensorten. Das alles kann man im Martinofen sehr leicht ausführen, während es in der Birne kaum möglich ist.

Endlich ist es schwierig, dem Eisen nach dem Bessemern in der Birne einen sehr hohen Kohlenstoffgehalt zu geben, wie er für manche Zwecke, z. B. die Herstellung von schweren Eisenbahnschienen, verlangt wird. Da kann man sich allerdings durch nachträgliche Zufuhr von Kohlenstoff helfen, den man in der Gestalt von feinem Koks- oder Anthracitpulver mit dem Eisen bei seinem Ausflusse aus der Birne vermengt, oder den man in Säcken in die Giefspfanne wirft oder den man als Ziegel aus Kohle mit gelöschtem Kalk mit oder ohne Calciumcarbid in die Giefspfanne legt, ehe man das flüssige Eisen darauf fallen läfst.

Aber ebenso kann man sich im Martinofen helfen, und kann besonders von neuem oxydieren, wenn die Kohlung zu hoch ausgefallen

war. Für ganz besonders gute Flufswaren pflegt man noch ein anderes Element, nämlich Aluminium, zuzusetzen, welches nicht etwa in dem Eisen bleibt, sondern nur den Zweck hat, den Sauerstoff vollständig fortzunehmen.

Sehen wir, dafs jedes der beiden Verfahren ein geeignetes Flufseisen liefert, für viele Waren das Bessemerverfahren ausreicht, für andere besser das Martinverfahren eintritt, so ist jetzt noch die Frage zu beantworten, wodurch unterscheidet sich denn das Flufseisen vom früher allein gebrauchten und noch jetzt durch den Puddelprozefs in ziemlichen Mengen dargestellten Schweifseisen?

Das Schweifseisen wird stets unter Bildung einer Schlacke im teigigen Zustande hergestellt, und die kleinen Krystallchen von Eisen werden zwar durch Zusammenpressen miteinander vereinigt, aber schliefsen notwendigerweise eine ganze Menge Schlacke ein. Wird nun ein solches Schweifseisen gestreckt, gewalzt, zu Blech oder zu Stäben oder zu sonstigen Stücken weiter verarbeitet, so kann man zwar durch einige Reinigungsprozesse, z. B. ein Zängen und ein Schweifsen in Paketen, einen Teil der Schlacke fortschaffen, aber ganz geht sie nicht zu entfernen. Die Folge davon ist, dafs zwischen dem Eisen Schlacke eingemengt bleibt. Gewöhnlich prüft man das Eisen in der Bautechnik und für maschinentechnische Zwecke auf seine Festigkeit. Darunter versteht man den Widerstand gegen das Zerreifsen oder den Widerstand gegen die Veränderung der Form. Wenn man einen Fremdkörper, einen spröden Körper wie die Schlacke, zwischen den Eisenteilen hat, ist es erklärlich, dafs dieser natürlich nicht an der Festigkeit des Eisens teilnimmt. Da man die Festigkeit auf einen bestimmten Querschnitt bezieht, so leuchtet ein, dafs ein solches Eisen nur einen geringeren Festigkeitsgrad haben kann, und es ist kein Wunder, dafs daher im wesentlichen das Schweifseisen, auf 1 qmm des Querschnitts bezogen, nur eine Zerreifsfestigkeit von etwa 26 kg besitzt, während Flufseisen eine solche von 50 kg aufweist. Das Flufseisen enthält gar keine Schlacke; denn bei der hohen Temperatur, bei der es sowohl in der Birne als im Flammenofen erzeugt wird, hat sich die dünnflüssige Schlacke vollkommen von ihm abgeschieden und schwimmt oben auf, ohne dafs auch nur die geringste Menge in das Eisen hineinkäme. Daher hat man hier die volle Festigkeit im Querschnitt, und da ist es nicht auffallend, dafs das Flufseisen oft die doppelte Festigkeit des Schweifseisens aufweist. Freilich darf man nicht vergessen, dafs das Flufseisen eine andere Eigenschaft hat, die ihm einen Teil seines Ruhmes wieder nimmt. Nämlich bei der

hohen Temperatur, bei der das Eisen erzeugt wird, verschluckt es den in der Feuchtigkeit der Luft stets enthaltenen Wasserstoff, und dieser Wasserstoff ist um so leichter im Eisen löslich, je höher die Temperatur steigt. Beim Erstarren des Eisens scheidet sich ein Teil des Wasserstoffes wieder aus und bildet Blasen. Diese Blasen bedeuten natürlich ebenso wie im andern Falle die Schlacke eine Verminderung des Eisenquerschnittes. Ganz kann man diese Blasenräume allerdings niemals entfernen; aber es giebt eine Menge Mittel, deren Beschreibung mich naturgemäfs zu weit führen würde, welche wenigstens die Bildung der Blasen beschränken, oder eine gleichmäfsige Verteilung herbeiführen, und dann mufs man bedenken, dafs beim Ausrecken der Blöcke zu Stäben, Schienen, Blechen u. s. w. die Blasen zusammengedrückt werden und dafs daher ihr Querschnitt rechtwinklig zu der Längsrichtung solcher Gegenstände verschwindend klein wird. Das erklärt, dafs das Flufseisen trotz seiner Blasen eine so viel gröfsere Festigkeit besitzt als das Schweifseisen mit seiner Schlacke.

Indessen nicht allein das ist es, was dieser Eisenart den grofsen Vorzug gewährt gegenüber dem Schweifseisen, sondern es kommt noch hinzu, dafs man sicher ist, wenn eine Analyse des Eisens vorliegt, auch eine dieser Analyse stets entsprechende gleichmäfsige Zusammensetzung mit entsprechenden physikalischen Eigenschaften zu finden. Man braucht daher nicht, wie bei Gegenständen aus Schweifseisen, jeden einzelnen zu prüfen, es genügt z. B., wenn es sich um Eisenbahnschienen handelt, von 100 Schienen eine zu prüfen, um sicher zu sein, dafs alle anderen, die aus gleichem Satze hervorgegangen sind, dieselbe Beschaffenheit haben.

Man hat dem Flufseisen gegenüber dem Schweifseisen den Vorwurf gemacht, dafs es sich schwieriger schweifsen lasse. Dies ist allerdings zuzugeben. Wir müssen daher einen Augenblick dabei verweilen, woher dieser anscheinende Nachteil des Flufseisens kommt.

Was versteht man denn unter Schweifsen? Wenn zwei Stücke Eisen zu einer bestimmten Temperatur erhitzt werden, bei der sie den teigigen Zustand annehmen, ohne doch zu schmelzen, so können sie durch Druck zu einem einzigen Stücke vereinigt werden, vorausgesetzt, dafs die sich berührenden Oberflächen metallisch rein sind.

Wenn man Eisen in einem Ofen oder Feuer erhitzt, und es glühend an die Luft bringt, so überzieht es sich sofort mit einer Schicht Eisenoxydoxydul, sogenanntem Hammerschlag oder Glühspan. Wollte man in diesen Zustand zwei Eisenstücke zusammenschweifsen, so würde das nicht gelingen, weil ja der Hammerschlag eine Trennungs-

schicht bildet, welche die Berührung metallischer Oberflächen hindert. Daher mufs man diese Zwischenschicht entfernen, und das geschieht am besten dadurch, dafs man den sich bildenden Glühspan in eine dünnflüssig-schmelzende Schlacke umwandelt. Man wendet dazu der Regel nach Sand, sogenannten Schweifssand, für Stahl auch Borax an. In der so gebildeten Schlacke löst sich der Hammerschlag. Wenn nun die beiden Eisenstücke zusammengeprefst werden, so spritzt die Schlacke heraus. Das Schweifseisen ist ganz von Schlacke durchzogen, welche ebenso wirkt wie die neu gebildete Schlacke. Man braucht also beim Schweifseisen nicht grofse Vorsicht anzuwenden und erhält doch blanke Eisenflächen beim Schweifsen. Das Flufseisen dagegen enthält keine Schlacke, daher ist es erklärlich, dafs man solche erst sorgfältig erzeugen mufs, und daher ist es nicht so leicht wie beim Schweifseisen, eine gute Schweifsung hervorzurufen. Im übrigen aber darf man nicht vergessen, dafs die gute Schweifsung ganz von der Geschicklichkeit des Schweifsers abhängt; denn wenn an irgend welchen Stellen Schlacke eingeschlossen bleibt, kann die Schweifsung nicht vollkommen sein.

Darin liegt aber wieder der Vorzug des Flufseisens, dafs man durch Gufs die erforderlichen Gröfsen der Blöcke herstellen kann und daher als Regel überhaupt keine Schweifsung braucht.

Man mufs nicht vergefsen, dafs überall beim Wechsel von Stoffen auch neue Bearbeitungsarten eintreten müssen. Wenn man von Holzbalken beim Häuserbau auf eiserne Balken übergeht, so darf man nicht erwarten, dafs man diese etwa mit Zapfen u. s. w. versehen oder mit dem Beil bearbeiten kann. Ebenso ist es mit dem Flufseisen. Man mufs von vornherein wissen, was man erreichen will. Man mufs die Eisenstücke in der nötigen Gröfse und Form wählen. Im übrigen, will man durchaus schweifsen, so mufs man naturgemäfs die nötigen Vorsichtsmafsregeln anwenden.

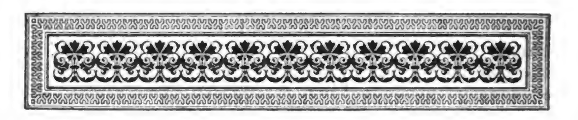
Endlich hat man dem Flufseisen vorgeworfen, dafs es leichter und plötzlicher breche als das Schweifseisen. Wenn man ein Eisen z. B. nieten will, und man schlägt mit dem Hammer so lange auf die Köpfe, bis sie erkaltet sind, so schadet das beim Schweifseisen nichts, beim Flufseisen dagegen bricht leicht der Nietkopf ab.

Ebenso ist's beim Börteln. Wenn man ein Blech z. B. für eine Feuerbüchse rechtwinklig umbiegen will, so kann man eine solche Börtelung mit Schweifseisen auch bei einer Temperatur, die unter Rotglut liegt, ausführen; dagegen bekommt Flufseisen Risse, wenn es noch bearbeitet wird, nachdem es in seiner Temperatur unter Glühhitze

gesunken, wie man technisch sagt, schwarzglühend geworden ist. Wenn man eine Eisenbahnschiene aus Flufseisen kalt stanzt, so zeigen die Lochkanten Risse. Man mufs deshalb das Flufseisen bohren, statt stanzen oder mufs gestanzte Löcher ausfräsen. Diese Unterschiede müssen zugegeben werden, sie hängen unmittelbar mit der gröfseren Reinheit des Flufseisens zusammen. Aber, wie ich vorhin erwähnte, man soll eben das eine Metall nicht wie das andere behandeln; man soll das Flufseisen nicht bei Wärmegraden dicht unter Rotglut bearbeiten. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, dafs das Flufseisen, wenn es auch geschicktere und überlegendere Arbeiter erfordert, schon allein durch seine höhere Festigkeit so weit das Schweifseisen überragt, dafs es mit Recht seinen Vorrang als Baustoff der Neuzeit behaupten wird.

Dafs dies auch von den Verbrauchern des Flufseisens anerkannt wird, dafür bürgt die stets voranschreitende Menge des dargestellten Eisens dieser Art, welche in Deutschland jährlich bereits mehr als 5 Millionen Tonnen beträgt.





An den Grenzen des Lebens.

Von K. Marcinowski in Berlin.

Der unendliche Reiz, den die Natur immer von neuem auf jedes empfängliche vorurteilsfreie Gemüt ausübt, beruht zum grofsen Teil in dem Reichtum, mit dem sie verschwenderisch Leben schafft, so viel Leben, dafs nur dem kleinsten Teile die zur Existenz notwendigen Bedingungen gewährt werden können. Aus dieser ständigen Überproduktion resultiert nun der Kampf ums Dasein, ein Kampf Aller gegen Alle, und in diesem Kampf ergreift das Leben von der Erde Besitz, indem es mit siegreicher Allgewalt alle Hindernisse, die sich seinem Bestehen entgegensetzen, überwindet. Es trotzt der hohen Temperatur heifser Quellen und des sonnendurchglühten Wüstensandes; es trotzt ebenso auch grofser Kälte und hört selbst in Eis und Schnee nicht auf. Unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen kann es bestehen und entrollt vor uns gerade in solchen Fällen eine seiner interessantesten Seiten; es zeigt uns den Kunstgriff, mit dessen Hilfe es ihm gelungen ist, bis an die äufserst möglichen Grenzen vorzudringen, und dieser Kunstgriff besteht in der Anpassungsfähigkeit der Organismen.

Man versteht unter Anpassung gemeinhin die Fähigkeit eines lebenden Wesens, seine Organisation unter gegebenen Bedingungen in zweckentsprechender Weise abzuändern. Ich fasse den Begriff noch in etwas weiterem Sinne, indem ich unter Anpassung nicht nur eine zweckentsprechende, sondern jede beliebige Abänderung eines Organismus verstehe, die sich unter dem Einflufs veränderter äufserer Lebensbedingungen vollzieht. Die Grenze zwischen beiden Arten der Anpassung ist ohnehin nicht scharf zu ziehen, da wir das Zweckmäfsige doch nur als das von uns als zweckmäfsig Erkannte definieren, also durchaus nicht wissen können, ob nicht eine ganze Anzahl zweckmäfsige oder besser gesagt, nützliche Einrichtungen in der Organi-

sation eines Wesens bestehen, deren Bedeutung uns noch unbekannt sind. Das Wesentliche des Begriffs besteht jedenfalls darin, dafs er die Veränderlichkeit einer Form, mag man sie nun als Art oder Varietät definieren, voraussetzt. Die Beurteilung des Werts, den das bei der Betrachtung der als Anpassung gedeuteten Organisationsverhältnisse gewonnene Material für die Erklärung der Anpassung selbst hat, also für die Erklärung des Abänderns, der Entstehung neuer Arten, möchte ich mir für den Schlufs dieses Aufsatzes vorbehalten, und will es nun unternehmen, dem Leser einige Formen der Anpassung vor Augen zu führen, wie sie uns besonders interessant und charakteristisch speziell unter den Bedingungen entgegentreten, wie sie in unterirdischen Räumen, in der Tiefe des Meeres und in der Region des ewigen Schnees, speziell in den Polargebieten, gegeben sind.

Das Leben in der Unterwelt.

Wir stehen am Eingang einer Höhle. Eine kurze Strecke weit dringt das Sonnenlicht hinein, die Tiefe mit mattem Dämmerschein erfüllend. Da nehmen wir in einer Spalte der Wand ein eigentümliches Leuchten wahr; ein wunderbares Smaragdgrün strahlt uns entgegen. Das ist das Leuchtmoos, Schistostega osmundacea. Es lohnt sich wohl, das kleine unscheinbare Pflänzchen, dessen Glanz sofort erlischt, wenn wir es von seinem geschützten Platze entfernen, um es näher zu betrachten, einmal unter das Mikroskop zu legen. Man erkennt da zunächst schlauchförmige Zellen, die ein verästeltes Fadenwerk bilden; von diesen nun erhebt sich der Vorkeim des Mooses in Gestalt kugeliger Zellen, die in Gruppen geordnet stehen, alle in einer Ebene senkrecht zum Licht. Sieht man sich die einzelne Zelle näher an, so fällt auf, dafs sie völlig farblos ist, nur im Hintergrunde liegt ein Häufchen grünen Farbstoffes. Was hat nun diese eigentümliche Organisation für eine Bedeutung? Wir sehen sonst allgemein bei grünen Pflanzen, besonders bei solchen, deren Standorte ungünstige Lichtverhältnisse aufweisen, dafs das Chlorophyll sehr reichlich entwickelt und in möglichst grofser Ausdehnung an der Oberfläche der Organe abgelagert wird; denn an die Wirksamkeit dieses Farbstoffes, die unter dem Einflufs des Lichts zu Tage tritt, ist bekanntermafsen der Lebensprozefs der Pflanzen gebunden. Und hier ist nun das Chlorophyll auf ein kleines Häufchen beschränkt, das in dem Teile der Zelle ruht, der dem Lichte am fernsten liegt. Und doch, wenn wir genau zusehen, erkennen wir gerade in dieser Ein-

richtung eine der wunderbarsten Anpassungen. In der farblosen Zelle wird nämlich der einfallende Lichtstrahl gebrochen, er wird in ihr gesammelt wie in einer Linse, und so wird nun das konzentrierte Licht auf den Grund der Zelle geworfen, gerade auf den Fleck, den die Chlorophyllkörnchen einnehmen. Dieses Chlorophyllhäufchen ist es nun auch, welches, das Licht reflektierend, jenes eigenartige Leuchten verursacht, das uns zuerst so verheifsungsvoll entgegenstrahlte, als ob hier unten noch mancher Schatz zu heben sei. Wir wollen ihm einmal trauen, der goldenen Sonne auf ein paar Minuten Lebewohl sagen und tiefer in die Geheimnisse eindringen, die das Dunkel vor uns birgt.

Abgeschlossen vom Tageslicht, in gewissem Grade sogar von der freien Aufsenluft, besteht in den Tiefen der Höhlen, Grotten und Bergwerke ein seltsames Leben, so reich an verschiedenartigen merkwürdigen Formen, wie wir es unter so ungünstigen Verhältnissen sicher nicht erwartet haben würden. Nie dringt das Sonnenlicht in diese Tiefen, ein feuchter Modergeruch erfüllt den ganzen Raum. Selbst der Ton scheint aus dem Reiche der Unterwelt verbannt zu sein, nur das Aufschlagen der von oben her durchsickernden Wassertropfen auf die Steine des Bodens unterbricht die lautlose Stille. Und doch — selbst hier noch Leben, und sogar noch einmal ein Vertreter der Pflanzen, dieser Kinder des Lichts. Freilich ist es eine Pflanzengruppe, die mit den kräftig grünen, der Sonne zugewandten Blütenpflanzen wenig gemein hat: die Pilze. Wo es dunkel, feucht und warm, da sprossen sie hervor und gedeihen. Die Tiefe der Höhlen, in denen wegen eines nur mangelhaften Luftaustausches mit der Aufsenwelt eine mittlere, wärmere Temperatur ständig erhalten bleibt, ist daher so recht ihr eigentliches Element, und wo sie durch einen Zufall in diese Tiefe gelangen, wachsen sie zu ganz wunderbaren Gebilden aus, denen an Gröfse die oberirdischen Vertreter dieser Gruppe keineswegs nachkommen. Was den Pilzen das Leben im Dunkeln ermöglicht, ist ihre von der der anderen Pflanzen völlig abweichende Lebensweise. Die Fähigkeit der grünen Pflanzen, aus der anorganischen toten Materie den lebendigen organischen Stoff zu schaffen, besitzen sie nicht. Aus Verwesungsprodukten tierischer oder pflanzlicher Art, also aus organischer Substanz beziehen sie ihre Nahrung. Darum finden wir sie in Höhlen und Grotten auch verhältnismäfsig selten, während sie in Bergwerken, wo durch den Bergbau organische Substanz, Holz u. dergl. eingeführt wird, in Menge gedeihen.

Wir haben als Vertreter der Pilze in den Bergwerken zunächst

die Schimmelpilze zu erwähnen, die in Form und Gröfse so wesentlich von den im Licht gedeihenden verschieden sind, dafs Humboldt sie als von ihnen differente, neue Arten beschrieb. Doch die grofsen, bald peitschenförmigen, bald kugeligen Gebilde, die bisweilen die Gröfse eines Kinderkopfes erreichen, sind nichts anderes als gewöhnliche Schimmelpilze, die sich wie die allbekannten oberweltlichen aus langen, fadenartigen Schimmelzellen zusammensetzen. Diese wundersamen Gebilde der Tiefe sind trotz ihrer Gröfse so zart gebaut, dafs sie bei der leisesten Berührung in sich zusammenfallen.

Zwischen und neben ihnen wächst über Boden, Wände und Decke des Bergwerks in langen Strängen, Röhren und Trichtern die Rhizomorphe. Unter diesem Namen ist uns an der Oberwelt ein zierlicher gelber Pilz, ein Hutpilz, bekannt. Auf dünnem Stiel trägt er ein Hütchen, das die Sporen beherbergt. Gelangt nun dieser Pilz durch irgendwelchen Zufall in eine Höhle, so wächst er zu langen weifsen Strängen und Röhren. Die Verwandtschaft mit dem oberirdischen Hutpilz sieht man dieser Rhizomorphe nun freilich nicht mehr an, und es ist nicht zu verwundern, dafs auch sie von Humboldt als neue Art beschrieben wurde. Wir würden auch jetzt noch berechtigt sein, diese Verwandtschaft anzuzweifeln, wäre uns nicht eine wertvolle Übergangsform zwischen beiden Pilzen erhalten. Das ist der im Halbdunkel, unter Baumrinde u. s. w. lebende Agaricus. Sein Stiel ist lang und weifs, ganz wie die Stränge der Höhlenrhizomorphe, doch besitzt er ein Hütchen, obgleich sich dieses in so verkümmertem Zustande befindet, dafs es funktionslos ist und sich der Agaricus ebenso wie die unterirdisch lebende Rhizomorphe nur durch Ausläufer vermehren kann. Die Vermehrung ist nun bei letzterem eine ganz enorme. In durcheinander gewundenen Trichtern und Tuben kleidet die Rhizomorphe, z. B. im Plauenschen Grunde, ein Bergwerk von mehreren hundert Metern Höhe vollständig aus, und in den Clausthaler Bergwerken verstopft sie bisweilen eines der Bergwässer durch ihre bis 10 m langen Stränge.

In diesem Gewirr einander durchwachsender Pilze und am Grunde in den stillen dunklen Wassern treibt nun eine eigenartige Tierwelt von erstaunlichem Artenreichtum ihr Leben. Meist sind es kleine Tiere, zum grofsen Teil Wasserbewohner, und dies ist wohl der Grund, warum man ihnen erst verhältnismäfsig spät, nachdem man die unterirdischen Pilze schon lange kannte, auf die Spur kam.

Da ist zunächst der Grottenolm oder Proteus, ein molchähnliches Tier, das sich in der äufseren Form noch am ehesten dem ja ziem-

lich allgemein bekannten, häufig in Aquarien gehaltenen mexikanischen Axolotl vergleichen läfst. Nur ist er bedeutend länger, dabei ganz dünn, so dafs der Körper aalähnlich erscheint. Die Beine sind kurz und schmächtig, auch die Kiemen sind verkümmert. Pigmentablagerungen in der Oberhaut fehlen gänzlich, so dafs die Tiere also völlig farblos sind. Auch die Augen sind zurückgebildet, der Proteus ist fast ganz blind. Er lebt im Wasser, und zwar nicht nur während seines Larvenzustandes, sondern auch als Geschlechtstier. Auch hierin ist er dem Axolotl zu vergleichen, indem er wie dieser als Wassertier mit Kiemenatmung geschlechtsreif wird, nur besteht hier der Unterschied, dafs der Axolotl sich unter geeigneten Bedingungen noch zum Landtier mit Lungenatmung entwickelt, während diese Fähigkeit dem Olm abgeht. Alle beim Olm geschilderten Züge sind nun auch für die anderen Höhlentiere charakteristisch. Auch der Blindfisch, der Höhlenflohkrebs, die Höhlenassel sind farblos und ganz oder fast ganz blind. Würmer und Insekten sind farblos, auch ein weifser Polyp ist bekannt. Wohl das absonderlichste dieser Geschöpfe ist jedoch ein weifser Krebs, der ebenfalls blind ist, jedoch die Stiele, auf denen die Augen safsen, noch besitzt. Diese zwecklos gewordenen Stiele vergleicht Darwin scherzweise mit Teleskopen, bei denen die Stative wohl vorhanden sind, die Linsen jedoch fehlen.

In dieser eigentümlichen Tierwelt hat man die Empfindung, als ob man es mit lauter larvenhaften Wesen zu thun hätte. Die Tiere erreichen im allgemeinen entschieden nicht dieselbe Höhe der Entwickelung, wie ihre oberirdischen Verwandten. Teils bleiben diejenigen von ihnen, die eine freie Metamorphose durchlaufen, auf niederer Stufe stehen, wie z. B. der Proteus, teils finden direkt Rückbildungen statt. Dies letztere gilt z. B. für das Schwinden des Gesichtssinns. Es ist dies eine Erscheinung, die Darwin Verkümmerung infolge Nichtgebrauches nennt. Sämtliche Höhlentiere besitzen Rudimente von Augen, sind also jedenfalls aus ehemals sehenden Tieren hervorgegangen. Vergleichen wir das Auge eines Höhlenflohkrebses mit dem seines oberirdischen Verwandten, eines kleinen Springkrebses, der in märkischen Seen häufig ist, so finden wir, dafs die aus lauter kleinen Einzellinsen zusammengesetzte Linse des letzteren einen festen Zusammenschlufs dieser kleinen Teile zeigt, während sich die Linsen des Höhlenbewohners in ihrer Verbindung gelockert haben und sich in weiterem Abstand von einander befinden. Das ganze Auge erscheint dadurch gröfser, würde zur Perception von hell und dunkel wohl auch noch fähig sein, nicht aber zur Erzeugung

eines Bildes. Dieselbe Erscheinung findet man unter anderem auch an einer Mücke, deren schwarze Augen, die in einem eigentümlichen Kontraste zu dem farblosen Tiere stehen, von merkwürdiger Gröfse sind.

Vor einer Reihe von Jahren, als noch von gewisser Seite alle Thatsachen, die zu Gunsten der Descendenzlehre sprachen, prinzipiell bestritten wurden, ist auch für die Augenrudimente der Höhlentiere, der Idee einer speziellen Schöpfung der Höhlentiere zuliebe, die Behauptung aufgestellt worden, es handle sich hier nicht um Rudimente, sondern um Neuanlagen von Augen. Diese Ansicht ist längst als irrig zurückgewiesen. Es ist aus der Entwickelungsgeschichte bekannt, dafs die Linse, der lichtbrechende Apparat des Auges, das Primäre ist, während die die Linse umgebenden Häute u. s. w. erst sekundär, erst in Verbindung mit dieser Linse und nur unter Benutzung der durch sie geschaffenen Bedingungen im Auge entstehen. Wenn wir nun bei fast sämtlichen Höhlentieren alle anderen Teile des Auges finden, und nur die Linse fehlt — wenn wir wohl die Bindehaut finden, — wenn wir, wie beim weifsen Krebs, sogar zwei Augenstiele mit Bindehaut und Netzhaut sehen, so können wir daraus mit Sicherheit schliefsen, dafs wir es nicht mit Neuanlagen, sondern mit durch den Nichtgebrauch verkümmerten Organen zu thun haben.

Beide Erscheinungen, die Verkümmerung der Augen und das Fehlen aller Farben, bei den Höhlentieren haben gemeinsame Ursache, nämlich das Fehlen der Lichteindrücke. Das Sonnenlicht ist nicht nur zur Bildung der grünen Pflanzenfarbe, sondern zu der aller Farben in der organischen Natur notwendig. Aufser dieser physikalischen Erklärung für das Schwinden der Farben müssen wir aber noch eine physiologische heranziehen. Die Farbstoff absondernden Zellen, Chromatophoren, stehen nämlich durch sympathische Nerven mit dem Auge im Zusammenhang. Ist diese Bahn besonders ausgebildet, so entsteht die willkürliche Farbenveränderung, wie sie in besonders auffälliger Weise beim Chamäleon, minder frappierend, aber doch noch ganz deutlich, bei vielen anderen Tieren, z. B. Laubfrosch, Stichling u. a. auftritt. Erwiesen ist der Zusammenhang der Augennerven mit den Chromotophoren durch die Thatsache, dafs geblendete Tiere die Fähigkeit willkürlicher Farbenveränderung verlieren. Ebenso wird bei einem im Dunkeln gehaltenen Tier die Wirkung der Nerven auf die Farbstoffzellen immer schwächer; bei erblindeten Tieren, also einer grofsen Anzahl der Höhlentiere, hört sie ganz auf.

Mit dem Schwinden des Gesichtssinns geht aufser dem Verlust

der Farbe noch eine andere Erscheinung Hand in Hand: die aufserordentlich starke Entwickelung des Tastsinns.

Es ist eine sehr häufige Erscheinung in der Natur, dafs verschiedene Organe für einander, sich gegenseitig ergänzend, eintreten. Das Getast als der primitivste und infolge dessen allgemeinste Sinn tritt am häufigsten stellvertretend für andere Sinne ein. Es ist ohne weiteres klar, dafs Veränderungen der Organisation, die zu Gunsten der Entwickelung von Tastorganen vor sich gehen, unbedingt in das Gebiet der sogenannten „zweckmäfsigen" Anpassungen gehören. Ganz besonders ist dies nun aber bei den Höhlentieren der Fall, die ja auf diesen Sinn sozusagen angewiesen sind.

Aus der Wichtigkeit, den das Getast für die Höhlentiere besitzt, erklärt sich auch die bedeutende Entwickelung der ihm dienenden Organe. Bei der Höhlenassel wie bei den meisten anderen Tieren sind dies die stark verlängerten Fühler oder Antennen und die Beine. Es ist auch dieser Zug wieder äufserst charakteristisch, und man würde kein vollständiges Bild des Lebens in den Höhlen gewinnen, wenn man sich die bleichen, blinden Geschöpfe nicht auch langsam auf langen Beinen einherstelzend und dabei vorsichtig mit langen Fühlern vor sich her tastend, vorstellen würde.

Die Höhlen, die uns diese wertvollen Aufschlüsse über das Leben in der Tiefe geliefert haben, liegen in drei Distrikten. Die einen sind die Karstgrotten, zu denen z. B. die berühmte Adelsberger Grotte gehört; sie liegen in Österreich, Krain und Dalmatien. Die andere Gruppe sind amerikanische Höhlen, von denen die Mammuthöhle die bekannteste ist. Vereinzelter sind einige Höhlen im Harz, die uns auch Material zur Feststellung des Höhlenlebens und seines Ursprungs geliefert haben.

Die wichtigen Resultate der Forschungen in diesen Höhlen lassen sich nun dahin zusammenfassen, dafs erstens in allen Distrikten annähernd die gleichen Tier- und Pflanzenformen gefunden werden, was sich doch nur durch die Annahme erklären läfst, dafs sie überall aus den gleichen an der Oberfläche lebenden entstanden sind. Zweitens, dafs der Zusammenhang zwischen oberweltlichen und unterirdischen Organismen fast durchweg feststellbar war. Bei einigen Höhlen konnte nämlich das geologische Alter bestimmt werden. Die Formen der ältesten Höhlen zeigten sich nun am meisten differenziert: die der jüngeren einschliefslich der Bergwerke lieferten deutliche Übergangsformen zu den oberweltlichen Tieren. Die Abstammung der Höhlentiere von diesen kann demnach als erwiesen gelten.

Das Leben in der Tiefsee.

Weit besser und in viel gröfseren Kreisen bekannt als das Leben in den Höhlen ist die Tier- und Pflanzenwelt der Meere. Wer kennt nicht die Seerosen und Seenelken und all die anderen „Blumentiere", die zarten, farbenprächtigen Quallen, die zierlich gebauten, oft zu gewaltigen Riffen aufeinander getürmten Gehäuse der Korallentierchen, die verschiedenartigen Schwämme und schliefslich auch die Pflanzen, die Tange! Alle sind Gebilde, mit denen wir wohl vertraut sind und das seit lange schon. All diese Organismen leben aber nur dicht an der Oberfläche des Meeres oder in sehr geringen Tiefen. Ob aber auch auf dem Meeresgrunde, in der eigentlichen Tiefsee noch ein Tier- und Pflanzenleben vorhanden sei, war bis zu Anfang dieses Jahrhunderts noch nicht durch den praktischen Versuch erwiesen. Man hielt es aber ganz allgemein aus theoretischen Erwägungen, nämlich wegen der aufsergewöhnlichen Temperatur-, Druck- und Lichtverhältnisse für ausgeschlossen. Durch verschiedene, zum Zweck der Tiefseeforschung unternommene Expeditionen ist nun aber ein verhältnismäfsig noch recht reiches Leben aus beträchtlichen Tiefen zu Tage gefördert worden. Die durch die Expeditionen gewonnenen Erfahrungen gipfeln in den Resultaten der Challenger-Expedition, die wegen ihrer besonders reichen Ausrüstung an Maschinen und Instrumenten aller Art am besten zu solchen Beobachtungen geeignet war. Die Ergebnisse dieser 1842 ausgeführten „Reise um die Welt" sind hauptsächlich dem Naturforscher Thomsen zu verdanken.

Es galt zunächst, die physikalischen Bedingungen kennen zu lernen, unter deren Einflufs die Tiefseeorganismen stehen. Zu diesem Zwecke wurden nun Lotungen unternommen, und zwar bediente man sich dazu eines Lots, an dem eine Vorrichtung angebracht war, durch die beim Aufstofsen des Lotes auf den Grund etwas von diesem gefafst wurde und nun mit in die Höhe gezogen werden konnte. Diese Messungen ergaben, dafs man bisher das Maximum der Tiefe ganz bedeutend überschätzt hatte; es beträgt nicht zwei deutsche Meilen, wie man angenommen hatte, sondern höchstens eine, so dafs also die bedeutendste Meerestiefe der gröfsten Höhe eines Berges auf der Erde ungefähr entspricht. Als Durchschnittstiefe wurden 3440 m festgestellt.

An die interessanten Grundmessungen schliefsen sich nun die Untersuchungen der Grundproben, die durch die Lotung an die Oberfläche gefördert wurden. Da hat man nun besonders häufig einen aus tierischen Resten gebildeten, feinkörnigen Schlamm gefunden, der beinahe den ganzen Meeresboden bedeckt und von den Küsten nach

der Tiefe zu allmählich an Mächtigkeit abnimmt. Die Schalen der Organismen, aus denen er sich zusammensetzt, bestehen meist aus Kiesel, seltener Kalk. Sie rühren meist von Algen, den sogenannten Diatomeen her, ferner von den Strahltierchen oder Radiolarien, und gelegentlich sind auch Teile von Korallenskeletten beigemischt. Besonders häufig ist der Globigerinenschlick. Die Tierchen, aus deren Schalen er der Hauptsache nach besteht, sind den Strahltieren nahe stehende Organismen, die in die Gruppe der Foraminiferen gehören. Nähere Untersuchungen des Schlicks haben nun das erstaunliche Resultat geliefert, dafs 1 ccm des Schlicks etwa 5000 grofse und 2000 kleine Globigerinenschalen, 20 000 Schalen von Radiolarien und 2 000 000 Coccolithen (ebenfalls Rhizopoden) enthält. Diese Zahlen geben uns einen Begriff von der Winzigkeit und Masse dieser kleinen Geschöpfe. Von Interesse sind unter den Grundproben aufserdem der wegen seiner starken Eisenhaltigkeit rot gefärbte Tiefseethon und der so viel umstrittene Bathybius oder Urschleim. Nach Huxley sollte diese Substanz eine organisierte eiweifsartige Masse sein, eine homogene Protoplasmamasse, die es noch nicht bis zu einer Differenzierung in Zellkern und Zellleib gebracht hatte, die also noch tiefer steht als die Zelle. War dies nun aber der Fall, so wäre der Bathybius das einfachste uns bekannte Lebewesen, und wir hätten in ihm die Urform des Lebens vor uns. Die Behauptung, dafs er dies in der That sei, wurde seiner Zeit von Anhängern Darwins und Haeckels mit grofser Begeisterung aufgenommen. Es hat sich aber gezeigt, dafs die Auffassung Huxleys eine irrige war; der „Urschleim“ ist nichts anderes als ein Gipsniederschlag, wie er entsteht, wenn Meerwasser sich mit Alkohol mischt. Seit es Möbius gelungen ist, den Bathybius auf chemischem Wege, also künstlich darzustellen, mufs man das vermeintliche Urtier in das Reich der Fabelwesen verbannen, wo es nun gemeinsam mit dem „Morgenrötetier“ und ähnlichen zoologischen Berühmtheiten von der Erinnerung vergangener grofser Tage zehrt und sich hoffentlich über sein herbes Schicksal mit der Gewifsheit seines in der Wissenschaft unsterblichen Namens getröstet haben wird.

An die Lotungen und die mit ihnen verbundenen Untersuchungen der Grundproben schliefsen sich die über Temperatur, Druck- und Lichtverhältnisse der Tiefe u. s. w. Die Ergebnisse sind folgende: Die Durchschnittstemperatur wurde auf — 1° bis + 1° festgestellt, und es zeigte sich, wie zu erwarten war, dafs die Temperaturschwankungen mit der Tiefe abnahmen. Diese niedrige Temperatur ist dem

Bestehen organischen Lebens natürlich aufserordentlich ungünstig. In noch höherem Grade scheinen aber die Druckverhältnisse dazu angethan, ein Leben in der Tiefe unmöglich zu machen. Der Druck beträgt nämlich 10 Millionen Kilogramm pro Quadratmeter; natürlich wirkt er nicht etwa nur von oben vertikal abwärts, sondern von allen Seiten mit der gleichen Stärke.

Es versteht sich, dafs ein Tier, das unter solchen Bedingungen lebt, einer ganz besonderen Anpassung an diese bedarf. Der im Innern des Körpers wirkende Druck mufs dem äufseren das Gleichgewicht halten. Wir sehen, dafs dies in der That der Fall ist, wenn wir einen Tiefseefisch an die Oberfläche bringen. Der im Innern des Körpers wirkende Druck überwiegt dann den Druck des Wassers bei weitem; der Fisch erscheint stark aufgebläht, die Organe treten aus dem Körperinnern heraus, die Schuppen fallen ab. Ähnlich, wenn auch nicht in ganz so augenfälliger Weise, ist übrigens dieselbe Erscheinung auch schon an Fischen des Bodensees beobachtet worden.

Auch die Lichtverhältnisse sind für die Tiefseetiere äufserst ungünstig. Das volle Tageslicht dringt nur etwa 400 m tief, wie sich aus Versuchen mit heruntergelassenen Silbersalzplatten ergeben hat. Doch haben die Untersuchungen von Bouchet und Verrie gezeigt, dafs in noch bedeutenderen Tiefen ein gewisses Licht herrschen mufs, da wir in der Region zwischen 400 und 800 m Tiefe noch Tiere mit frischen Farben und wohlentwickelten Augen antreffen. Die Anzeichen der vollkommenen Nacht, die eintönigen Farben und verkümmerten Augen beginnen erst in noch gröfserer Tiefe. Der höchst merkwürdige Fall einer von Thomson beobachteten Krabbe (Ethusa granulata) kann als Beispiel gelten. Die in höheren Schichten lebenden Krabben haben ausgebildete Augen auf beweglichen Stielen. Fängt man dieselbe Art aus einer Tiefe von etwa 600 bis 700 m, so findet man ihre Stiele nur noch mit Augenrudimenten versehen, über deren Funktionsfähigkeit nichts Sicheres ausgesagt werden kann. Erhält man schliefslich dieselbe Krabbenart aus einer Tiefe zwischen 900 bis 1300 m, so findet man, dafs die ehemaligen Augenstiele nun unbeweglich geworden sind und statt des Auges scharfe Stacheln tragen. In Bezug auf die Lichtverhältnisse in einer Tiefe von 400 m liefern manche anderen Tiere Beispiele, die noch charakteristischer sind als das der Krabbe, indem ihr Sehvermögen noch gut nachweisbar ist. Dafs ein gewisses Licht bis dahin noch durchdringt, beweist auch, wie schon erwähnt, die Färbung der Tiere. Diese ist eigen-

tümlicherweise bei einer grofsen Anzahl von Tieren orange oder braun oder rot, also jedenfalls der roten Seite des Spektrums angehörig.

Die Erklärung dieses Befundes enthüllt vor uns eine der eigenartigsten und interessantesten Anpassungsformen im Tierreich. Sie stützt sich auf die Erwägung, dafs diese Farben von Nutzen für die Tiere sein würden, wenn in den betreffenden Meeresregionen ein grünlich-bläulicher Schimmer herrschte, weil die Tiere durch ihre Färbung in diesem Medium unsichtbar oder doch sehr schwer sichtbar sein würden, welches Prinzip bekanntlich einer grofsen Anzahl von Schutzanpassungen zu Grunde liegt. Die optische Erscheinung selbst ist einfach durch die Wirkung der Komplementärfarben zu erklären. Wird nämlich ein farbiger Körper durch ein gleichfarbiges Medium hindurch betrachtet, so tritt seine Färbung noch intensiver hervor; blicken wir ihn jedoch durch ein Medium an, das seine Komplementär- oder eine ihr verwandte Farbe besitzt, so wird die Wirkung seiner Farbe aufgehoben oder vermindert. Würden wir z. B. einen roten Krebs in eine rote Flüfsigkeit setzen, so würde sein Rot noch greller sichtbar werden als vorher; durch eine grüne Flüfsigkeit hindurch betrachtet, würde das Rot jedoch ausgelöscht werden und der Krebs, selbst in der Nähe, nur schwer erkennbar sein. Wenn es nun also feststeht, dafs die bewufste rötliche Färbung den Tieren in einem grünlich-bläulichen Medium von Nutzen sein würde, so bliebe nur noch die Frage zu erledigen, ob sich eine physikalische Erklärung für eine solche Färbung des Wassers in den entsprechenden Tiefen finden liefse. Eine solche Erklärung kann nun in der That gegeben werden. Wie der weifse Lichtstrahl beim Durchgang durch ein Prisma in seine einzelnen Bestandteile zerlegt wird, so ist dies auch der Fall, wenn Licht durch Wasser in bedeutende Tiefen dringt. Nur handelt es sich hierbei nicht um eine Zerlegung des weifsen Lichtes infolge der verschiedenen Brechbarkeit seiner Bestandteile, sondern darum, dafs dieselben nicht alle in gleicher Weise vom Wasser absorbiert werden. Das Absorptionsvermögen des Wassers für die roten Strahlen ist am gröfsten. In einer Tiefe, in der bereits alles rote Licht absorbiert wurde, wird nur noch grünes resp. blaues Licht durchdringen, und da haben wir in der That jenen Farbenton in der Tiefe, der den roten Tieren von Nutzen ist.

Einen analogen Fall haben wir bei den Florideen, einer Gruppe von Meerespflanzen, die durch ihre rote Färbung ausgezeichnet sind. Diese Färbung ist an das Phykoerythrin gebunden, einen fluorescierenden Farbstoff, der allein den Pflanzen das Leben in der



„grün-blauen Zone“ ermöglicht. Die roten Strahlen sind es, die die Pflanze braucht, wenn der Assimilationsprozefs vor sich gehen soll; denn unter Einwirkung dieser zersetzt sie Kohlensäure, scheidet Sauerstoff ab und bildet Kohlehydrate. Die blauen Strahlen sind nicht nur in dieser Hinsicht wirkungslos, sondern direkt schädlich, indem sie die Oxydation, die Zerstörung organischer Substanz befördern. Hier kommt nun der erwähnte fluorescierende Farbstoff zu Hilfe. Unter Fluorescenz versteht man die Umwandlung einer Lichtart in eine andere von gröfserer Wellenlänge. In diesem Falle wird also das blaue Licht in solches umgewandelt, das der roten Seite des Spektrums entspricht und dadurch dem unterhalb des Farbstoffes abgelagerten Chlorophyll solches Licht zuführt, wie es für das Gedeihen der Pflanze gut und notwendig ist.

Die Zone der roten Tiere ist aber noch lange nicht die tiefste. In die darunter befindlichen Wassermassen dringt nun aber keine Spur des Sonnenlichts mehr hinein, doch darf man sich darum die Tiefe nicht als absolutes Dunkel vorstellen; denn die auf der Oberfläche nur vereinzelt auftretende Erscheinung des „physiologischen Lichts“, die Fähigkeit der Organismen, zu leuchten, ist hier eine aufserordentlich häufige Erscheinung. Wird nun hierdurch auch etwas Licht in die Dunkelheit der Tiefsee gebracht, so versteht es sich von selbst, dafs dieses Licht den Einflufs, den das Sonnenlicht auf das organische Leben besitzt, nicht hat, dafs es also in diesem Sinne die Ungunst der Lebensbedingungen zu bessern nicht im stande ist. Und doch finden wir auch hier ein verhältnismäfsig reiches Leben.

Vor allem sind es die niedersten Tiere, die in der Tiefsee häufig auftreten, doch finden sich auch Vertreter aller Klassen der wirbellosen Tiere. Hier sei nun zunächst der Radiolarien gedacht. Das Tier besteht aus einer einzigen Zelle; und diese merkwürdige, meist mikroskopisch kleine Zelle wird zum Baumeister eines aus Kalk oder Kiesel gebildeten Skeletts von streng regelmäfsigem Bau, das eine unübersehbare Mannigfaltigkeit der schönsten Formen zeigt. Haeckel, der die Bearbeitung der Radiolarien des „Challenger“ übernahm, beschreibt Tausende verschiedener Formen, und doch ist uns damit wohl sicher erst ein Teil aller Radiolarien bekannt. Die Anzahl der in der Tiefsee lebenden Radiolarien ist übrigens relativ klein; weitaus am häufigsten sind diese Tiere in den oberflächlichen Schichten des Meeres.

Den Radiolarien nahe stehend ist die Heliosphära, das Sonnentierchen. Das Skelett besteht aus feinen Kieselstäbchen, die unter-

einander zur Bildung von Sechsecken zusammentreten. Die Grundform des Skeletts ist kugelig. Von ihm strahlt nun eine ungeheuer grofse Anzahl feinster Kieselfädchen nach allen Seiten aus, und zwischen diesen streckt das Tierchen eine ebenfalls aufserordentlich grofse Anzahl feiner fadenförmiger Protoplasmafortsätze, die Pseudopodien, hervor, so dafs das kleine Wesen einer glitzernden Strahlenkugel gleicht, die ihres Namens wohl würdig ist. Beim Sonnentierchen begegnet uns zum ersten Mal die Eigentümlichkeit, dafs das Siliciumoxyd, das in der anorganischen Natur immer in sechseckigen Krystallen auftritt, auch im tierischen Körper nach der Zahl 6 geordnet ist. Es ist dies eine sehr häufig, z. B. auch bei vielen Schwämmen beobachtete Erscheinung. Die Skelettbildungen bei Tiefseetieren bestehen übrigens durchgängig aus Kiesel. Der sonst noch häufig zur Skelettbildung benutzte Kalk kommt hier nicht vor, da er wegen des starken Kohlensäuregehalts des Tiefseewassers in diesem löslich wäre.

Ein Kieselskelett finden wir also auch bei den Schwämmen der Tiefsee, von denen vor allem der Giefskannenschwamm erwähnt werden soll. Er hat ein langes, aufrechtstehendes, etwas gebogenes und röhrenartiges Skelett, das aus nach der Zahl 6 geordneten Kieselfäden und -stäben gebildet wird und ein wunderbar feines Gitterwerk von vielen einander kreuzenden Polygonen darstellt.

Seeigel und Seesterne sind in der Tiefe häufig zu finden. Von letzteren sei vor allem der leuchtende Seestern Brisingia erwähnt. Noch interessantere Vertreter der Echinodermen sind die Crinoideen oder Seelilien. Das becherförmige Tier sitzt auf einem langen, am Meeresgrunde festen Stiel und zeigt um seine Mundöffnung eine Anzahl verzweigter Fangarme, die ihm ein blumenartiges Aussehen verleihen. Es ist aufserordentlich selten und ist der letzte Vertreter einer fast gänzlich ausgestorbenen Gruppe.

Unter den Arthropoden kommen natürlich vor allem die Krebse in Betracht. Bei diesen tritt die bereits bei den Höhlentieren besprochene Eigentümlichkeit auf, dafs der mangelnde Gesichtssinn durch die Tastorgane ersetzt wird. Wir finden diese Erscheinung in der Tiefsee nicht so allgemein als in den Höhlen, was wohl daher rührt, dafs infolge des häufigen Auftretens der Phosphorescenz die Augen doch nicht in dem Mafse unnötig und entbehrlich sind, als dies in dem völligen Dunkel der Höhlen der Fall war. Bei den Krebsen finden wir jedoch wieder häufig die auffallend langen Fühler und Beine. So existiert z. B. ein asselartiges Geschöpf, dessen Körper nur wenige Millimeter grofs ist, während die Beine eine Länge von mehreren Fufs besitzen. Auch

eine auffallende Gröfse des ganzen Körpers findet sich häufig. So lebt z. B. in den Tiefen eine Assel, die $^1/_2$ m lang ist.

Die wunderbarsten und auffallendsten Formen der Tiefseetiere sind nun aber entschieden die Fische. Es nimmt uns wunder, unter so ungünstigen Bedingungen überhaupt noch Vertreter der höchsten Tiergruppe, der Wirbeltiere zu finden; um so begreiflicher aber scheint es auch, dafs gerade sie einer starken Abänderung unterworfen worden sind, so dafs wir unter ihnen die abenteuerlichsten Gebilde finden, die uns noch fremdartiger als alle anderen Tiefseetiere anmuten. Ungestalte Scheusale, die scheinbar aus nichts anderem als einem ungeheuren Maul und Magen bestehen, suchen hier ihre Beute, die sie mit Hilfe eigentümlicher Körperanhänge oder durch ihre Leuchtorgane anlocken. Apparate zur Anlockung der Beute sind uns übrigens nicht nur bei den Tiefseefischen bekannt. Der Angler oder Seeteufel z. B., der in den höheren Regionen des Meeres lebt, besitzt dergleichen auch. In der Tiefe nehmen jedoch alle derartigen Mittel zum Zweck der Selbsterhaltung viel grofsartigere und wirksamere Formen an. Dies zeigt auch das häufige Vorkommen von Leuchtorganen. Die Bedeutung des Leuchtens als eines Lockmittels im oben erwähnten Sinne ist übrigens durchaus nicht feststehend; es kann sich hier ebenso gut um gegenseitige Anlockung von Männchen und Weibchen handeln, das Licht kann auch einfach die Funktion einer dem Tier selbst leuchtenden Laterne haben, und kann schliefslich auch als Abschreckungsmittel dienen; im letzteren Falle würde es also eine Schutzanpassung darstellen. Unter den leuchtenden Fischen ist Stomias boa einer der bekanntesten; seine Leuchtorgane werden durch zwei an jeder Körperseite längs verlaufende Reihen von Höckern dargestellt. Auch der Hai fehlt nicht unter den Fischen der Tiefe; mit grofsen, grünlich schillernden, leuchtenden Augen geht er seinem Raube nach. Seine Farbe ist dunkel, wie wir denn überhaupt einen schwärzlichen Ton als den vorherrschenden bei den Tiefseetieren finden. Es ist nur ein einziger Fisch bekannt, der durch seine Bleichheit und Blindheit an die Höhlenbewohner erinnert: der Blindfisch. Diese Verschiedenheit in der Färbung der Höhlen- und Tiefseetiere ist wohl auf das häufige Vorkommen der Phosphorescenz und der damit verbundenen etwas abweichenden Lichtverhältnisse des Meeres zurückzuführen.

In einer anderen Hinsicht zeigt sich jedoch wieder grofse Übereinstimmung zwischen den Tierformen beider Gebiete insofern, als wir sie hier wie dort auf einer niederen Entwickelungsstufe stehen

geblieben finden. Bei Tiefseetieren ist diese Erscheinung in so hohem Grade ausgeprägt, dafs die meisten Formen nur als Überbleibsel einer längst vergangenen Zeit erscheinen. Wie ist dieser eigentümliche Befund nun zu erklären?

Der Meeresgrund ist ebenso wie das Festland einer ständigen Umgestaltung, einem ewigen Wechsel unterworfen. Wie sich die Grenzen zwischen Festland und Meer fortwährend verschieben, so gehen auch auf dem Meeresboden Niveauveränderungen vor sich. Die Tiefsee unserer Zeit war nicht immer, sie ist erst entstanden. Und wie sie sich im Laufe vieler Jahrtausende langsam bildete, wanderten auch die Tiere der höheren Meeresregionen allmählich in sie ein. Nun aber sind sicherlich die in der Tiefsee gegebenen Lebensbedingungen einem Fortschritt, einer Höherentwickelung nicht eben günstig. Wir befinden uns eben auch hier an den Grenzen des Lebens. Wenn auch in mancher Hinsicht organisch verändert und von den ursprünglichen Formen abweichend gestaltet, sind die Tiere dort im allgemeinen auf einer Entwickelungsstufe stehen geblieben, die einer viel früheren Periode unserer Erdgeschichte entspricht.

Es bleibt noch zu erwähnen, dafs die 1898 und 1899 unter der Leitung von Chun unternommene Tiefsee-Expedition der „Valdivia" die Resultate der Challenger-Expedition durchaus bestätigt hat. Bis zu 80 m Tiefe wurden noch reichlich Pflanzen, bis zu 350 m ebenfalls noch Pflanzen, wenn auch in geringerer Zahl gefunden. Tiere nahmen von 800 m Tiefe an abwärts an Zahl allmählich ab; doch noch aus 5000 m Tiefe wurden lebende Krustaceen und Radiolarien an die Oberfläche gebracht.

(Schlufs folgt.)





Leuchtfeuer und Leuchtapparate.

Unter diesem Titel ist vor kurzem im Verlage von R. Oldenbourg in München eine glänzend ausgestattete Monographie des marinen Beleuchtungswesens erschienen, die aus dem Nachlafs des Geheimen Baurat Veitmeyer vom Regierungsrat Geitel herausgegeben wurde. Dieses mit fachmännischer Gründlichkeit geschriebene und durch den Abdruck zahlreicher historischer Dokumente zur Geschichte der Leuchttürme ergänzte Werk giebt an der Hand trefflicher Abbildungen ein sehr anregendes Bild des für die Entwickelung der



Fig. 1. **Medaille von Alexandria.**

Schiffahrt überaus wichtigen Gebietes. Auf Grund des hier gebotenen Materials wollen wir unseren Lesern die interessanten Einrichtungen zur Sicherung des Seeverkehrs kurz in den allgemeinsten Zügen schildern.

Als ältester Leuchtturm, der durch ein beständig in Brand gehaltenes Holzfeuer durch den Lichtschein bei Nacht und durch den Rauch bei Tage den Schiffern als Wegweiser diente, mufs der berühmte „Pharos“ zu Alexandria angesprochen werden, von dem die Leuchttürme in allen romanischen Sprachen ihren Namen herleiten. Ursprünglich (um 300 v. Chr.) vermutlich als Kastell und Landmarke erbaut, scheint dieses Bauwerk, von dessen Gestalt uns einige antike Medaillen eine Vorstellung geben (Fig. 1), erst von den Römern im ersten nachchristlichen Jahrhundert in einen Leuchtturm umgewandelt worden zu sein. So wie der Pharos der älteste von allen antiken Leuchttürmen gewesen

sein dürfte, hat er sich auch am längsten in der Nacht des Mittelalters erhalten, denn bis ins 12. Jahrhundert hat sein Feuer nachweislich gestrahlt und war den italienischen Republiken als Wahrzeichen des wichtigen Handelsplatzes bekannt. Heute freilich findet man keine Spur mehr von seinen Ruinen; vermutlich sind dieselben, wie vielfach, so auch hier als Baumaterial verwendet worden.

Bald nachdem das Licht des Pharos erloschen war, zeigte sich an verschiedenen, besonders gefährlichen und vielbefahrenen



Fig. 3. **Schwimmende Leuchtboje.**

Stellen der abendländischen Küsten das Bedürfnis nach warnenden Feuerwarten. Gewifs ist, dafs schon im 14. Jahrhundert an der Mündung der Garonne ein Feuer brannte, und hier sollte auch auf Cordouan, einer kleinen Felseninsel, mit dem Beginn der Neuzeit ein Leuchtturm entstehen, der durch seine architektonische Schönheit und luxuriöse Ausstattung eines der hervorragendsten Denkmäler maritimer Baukunst ist. Dieser 1611 vollendete Turm (Figur 2, Titelblatt) war anfänglich mit einem Holzfeuer ausgestattet, das 1717 in ein Steinkohlenfeuer umgewandelt wurde; letzteres wich 1782 einem Öllampenapparat, 1791 kamen nach einem bedeutenden Umbau, der auch die äufsere Form wesentlich zweckentsprechender gestaltete, parabolische Spiegel und verbesserte Brenner zur Anwendung, und 1823 strahlte von hier

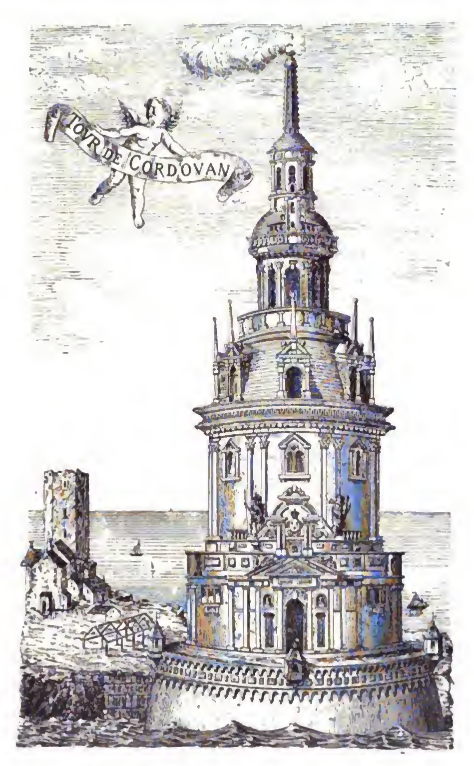


Fig. 2. **Leuchtturm zu Cordouan.**
(Zu Leuchtfeuer und Leuchtapparate.)

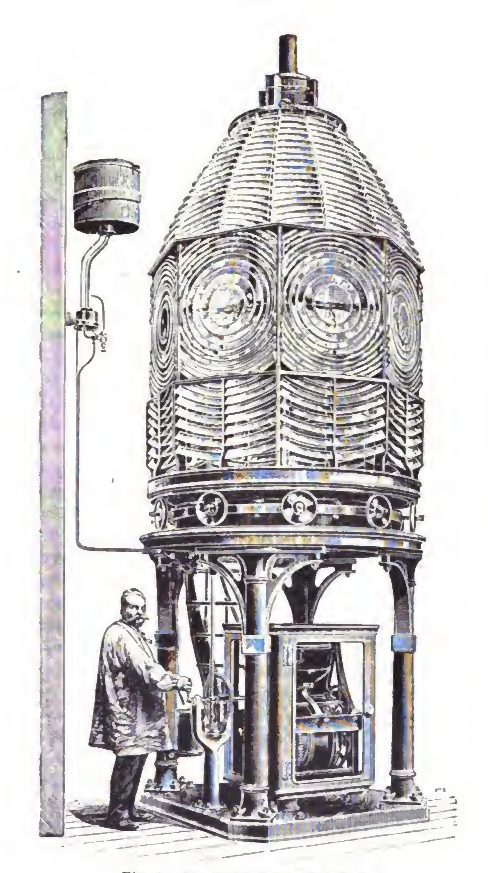


Fig. 4. Fresnel-Apparat erster Ordnung.

der erste Fresnelsche Apparat als Blickfeuer sein raumdurchdringendes Licht aus.

Ähnliche Wandlungen machten naturgemäfs auch die anderen Leuchttürme durch, die in schneller Folge an allen europäischen Küsten erstanden, und die hier aufzuzählen, zu weit führen würde. Bei etlichen dieser Türme wurden vor der Einführung der Öllampen auch Kerzen zur Anwendung gebracht. Nach der Entdeckung ergiebiger Petroleumquellen in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden natürlich auch die Öllampen der Leuchttürme durch das Mineralöl verdrängt, wie denn überhaupt der Wunsch, möglichst weitsichtige Leuchtfeuer zu gewinnen, dazu zwang, die Lichtquellen der Leuchttürme beständig den in der neuesten Zeit sich fast überstürzenden Fortschritten des Beleuchtungswesens anzupassen. Wohl herrscht zur Zeit noch die Petroleumbeleuchtung vor, doch ist an geeigneten Orten auch vielfach bereits Gaslicht, Gasglühlicht, Acetylen und elektrisches Licht zur Einführung gelangt. Besonders geeignet für die Beleuchtung schwer zugänglicher Klippen durch schwimmende Bojen (Figur 3) haben sich die zunächst für Eisenbahnwagen konstruierten Pintschschen Fettgasapparate erwiesen, da in ihnen unschwer ein Vorrat komprimierten Gases, der für mehrere Monate reicht, deponiert werden kann. Der allgemeineren Einführung des hellsten, gegenwärtig existierenden Lichtes, nämlich des elektrischen Bogenlichts, hat die bläuliche Färbung desselben und die dadurch bedingte verhältnismäfsig geringe Nebeldurchdringungskraft entgegengewirkt, jedoch ist zu erwarten, dafs die allerneueste Verbesserung des Bogenlichts, welche zur Zeit unter dem Namen „Bremerlicht“ das lebhafteste Interesse der Fachkreise erregt, gerade auf dem Gebiete der Küstenbeleuchtung von der weittragendsten Bedeutung sein wird. Durch Imprägnierung der Bogenlichtkohlen mit verschiedenen Metallsalzen ist es nämlich dem Ingenieur Bremer zu Neheim a. d. Ruhr gelungen, nicht nur eine gröfsere Lichtstärke, sondern auch eine gelbliche Färbung des Bogenlichts zu erzielen, so dafs die Durchdringungskraft für neblige Luft erheblich gesteigert werden kann. Der besonders einfache Regulierungsmechanismus dieser neuen Art Bogenlampe wird noch dazu beitragen, durch Erniedrigung der Anschaffungskosten die Einführung elektrischer Beleuchtung von Leuchttürmen zu beschleunigen.

Doch die Lichtquelle ist nicht der wichtigste Bestandteil eines Leuchtturms; vor allem kommt es vielmehr darauf an, das bei gegebener Lichtquelle nach allen Richtungen ausstrahlende Licht möglichst ökonomisch auf die allein nützlichen Wege zu leiten, um es



recht vollständig dem Zweck der Erleuchtung der Wasserfläche dienstbar zu machen; aufserdem aber soll, das ist eine besonders in neuerer Zeit immer mehr in den Vordergrund getretene Forderung, jeder Leuchtturm durch gewisse Kennzeichen seines Lichts seinen Namen beständig über den ganzen Sichtbarkeitskreis telegraphieren, so dafs der Seemann, sobald ihm ein Feuer in Sicht kommt, über seinen Ort nicht länger im Ungewissen bleiben kann. Während die ältere Zeit diesen doppelten Zweck durch parabolisch geschliffene Spiegel zu erreichen suchte, ist man seit Fresnels Thätigkeit auf diesem Gebiete (1823) fast überall zu dioptrischen Apparaten übergegangen, da dieselben eine erheblich gröfsere Lichtstärke zu liefern vermögen.

Durch Zerlegung der bei kleineren Projektionsapparaten allgemein verwendeten, einfachen Linse in ein System konzentrischer Ringkörper gelang es Fresnel, die übermäfsig grofse Dicke der Linse in der Mitte zu vermeiden und so die Absorption des Lichts im Glase auf ein möglichst geringes Mafs zurückzuführen. Zugleich lenkte er die stärker nach oben auslaufenden Strahlen mit Hilfe von spiegelnden Prismen gleichfalls in die horizontale Richtung. Wenn nicht der ganze Horizont vom Meere gebildet wird, so dafs einzelne Sektoren nicht erleuchtet zu werden brauchen, so läfst man natürlich auch das nach diesen Richtungen ausgestrahlte Licht der Flamme nicht ungenutzt, sondern weifs es durch eigenartig geschliffene, sogenannte Rückenprismen nach der Seeseite hin zu brechen und zu reflektieren.

Die Charakterisierung der einzelnen Leuchttürme geschieht nun bekanntlich fast durchweg mittelst der sogenannten Blickfeuer. Man läfst zur Erzeugung dieser nur zeitweilig in regelmäfsigen Intervallen sichtbaren Scheine das Licht nicht gleichmäfsig nach allen Richtungen austreten, sondern konzentriert es in gewisse Hauptrichtungen und läfst nun den ganzen Apparat durch ein Uhrwerk sich gleichförmig um seine Vertikalachse drehen. Einen derartigen Fresnel-Apparat erster Ordnung zeigt uns die Abbildung Figur 4. Die Laterne hat hier die Gestalt eines achtseitigen Turmes und bewirkt daher in der Zeit einer Umdrehung achtmaliges Auftauchen und Verschwinden des Lichts für den gesamten Sichtbarkeitsbereich. Es leuchtet ohne weiteres ein, dafs die Zwischenzeit zwischen den einzelnen Lichterscheinungen für die verschiedenen Leuchttürme einer Küste in mannigfachster Weise verändert werden kann, und dafs auf diese Weise eine Verwechselung der einzelnen benachbarten Feuer leicht gänzlich auszuschliefsen ist. Durch die Konzentration des Lichts in einzelne Sektoren ist aber zugleich auch eine erheblich verstärkte Wirkung gegeben, so dafs ein

Blickfeuer in bedeutend weiterer Entfernung noch wahrgenommen werden kann als ein festes Feuer mit derselben Lichtquelle.

Während nun die ersten achtseitigen Fresnel-Apparate ihr Licht nur alle Minuten wieder auftauchen liefsen, ging man später zu wesentlich kürzeren Perioden über und richtete die Laternen auch

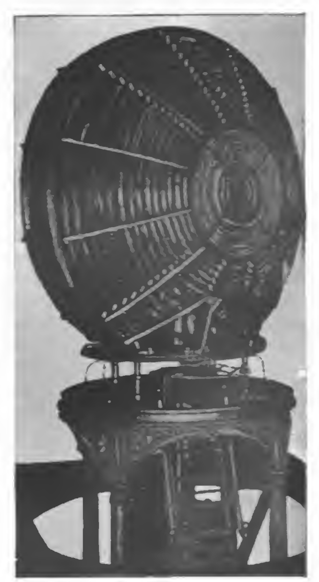


Fig. 5.

vielfach derartig ein, dafs nicht alle Pausen gleich lang waren, sondern dafs auf eine Reihe kurzdauernder Lichtscheine eine gröfsere Pause folgte, etwa: 5 Sekunden Licht, 3 Sekunden Pause, 5 Sekunden Licht, 3 Sekunden Pause, 5 Sekunden Licht, 9 Sekunden Pause = 30 Sekunden Periode.

Indessen blieb man auch bei diesen schon ziemlich schnell wechselnden Lichtern nicht stehen. Durch praktische Versuche des

Bureau des phares wurde die schon von Helmholtz ausgesprochene Thatsache bestätigt, dafs eine Sichtbarkeitsdauer des Lichtscheins von nur einer Zehntelsekunde zur scharfen Auffassung der Erscheinung vollauf genügt. Man schritt deshalb nunmehr zur Konstruktion von Leuchtturmlaternen, die alles Licht nur nach ein oder zwei Richtungen lenken und bei gehörig schneller Umdrehung ganz kurze, aber eben wegen dieser Konzentration sehr weitsichtige Lichtblitze, die von längeren Pausen unterbrochen sind, aussenden. Figur 5 zeigt ein solches zweiblitziges Feuer, das alle 5 Sekunden einen Lichtblitz nach jeder Richtung gelangen läfst. Die schnelle Umdrehung so be-

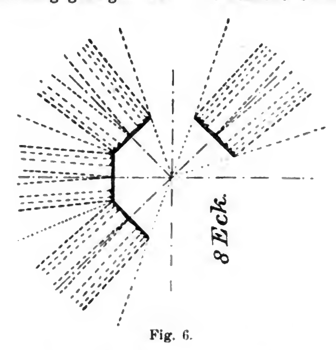


Fig. 6.

trächtlicher Massen wird bei diesen neuesten Laternen durch die Lagerung auf Quecksilber bewirkt, dessen starker Auftrieb den Oberbau fast gewichtslos erscheinen läfst, so dafs die Reibung in den Führungen aufserordentlich vermindert ist. Auch die Blitzfeuer gestatten natürlich in sehr mannigfacher Weise, die einzelnen Leuchttürme zu charakterisieren. Der in Figur 6 gegebene Grundrifs z. B. stellt eine Laterne dar, welche je nach der Drehungsrichtung entweder erst einen und dann drei schnell aufeinander folgende Scheine oder erst drei und dann einen Schein liefert, worauf eine längere Pause folgt.

Durch alle diese Fortschritte ist man jetzt dahin gelangt, dafs ein elektrisches Blitzlicht selbst bei nebliger Luft auf etwa 20 Seemeilen erkennbar ist, was den durch die gegenwärtige Schiffsgeschwindigkeit notwendig gewordenen Anforderungen entspricht. — Alle befahrenen Küsten sind heutzutage wenigstens an den wichtigsten und

gefährlichsten Punkten durch Leuchtfeuer umkränzt, wenn auch die Art der Befeuerung noch nicht überall auf der Höhe des gegenwärtigen Könnens steht. Wenn wir hören, dafs im Jahre 1898 insgesamt nicht weniger als 10 608 Leuchtfeuer der Sicherung der Schiffahrt dienten, so wird uns in handgreiflicher Weise damit klar, dafs unsere Zeit im Zeichen des Verkehrs nicht nur zu Lande, sondern vor allem auch von Weltteil zu Weltteil steht. Oft mitten im Wogengebrause trotzen die kunstvoll fundamentierten, modernen Leuchttürme den Stürmen, um ihr warnendes und führendes Licht jedem Seefahrer, welcher Nation er auch angehören möge, zu teil werden zu lassen — ein erhebendes Zeichen des gesteigerten Solidaritätsgefühls der Menschheit!



Wiederholung der peruanischen Gradmessung.

Der langwierige Streit der englischen und französischen Gelehrten im 18. Jahrhundert über die Frage, welche Gestalt unsere Erde besitze, wurde bekanntlich in der Hauptsache durch zwei Gradmessungen entschieden, die 1735/36 fast gleichzeitig in Lappland und am Äquator ausgeführt worden sind. La Condamine, Bouguer, Godin und Ulloa mafsen auf der Hochebene von Peru zwischen Cotechesqui (0° 2′ 31,4″ n. Br.) und Tarqui (3° 4′ 32,0″ s. Br.) einen Meridianbogen von 3° 7′ 3″, Clairaut, Lemonier, Camus, Maupertuis und Outhier einen Bogen nördlich von Torneå (66° 19′ n. Br.) in Lappland. Die Länge eines Grades unter dem Äquator ergab sich aus diesen Vermessungen zu 56 753 Toisen, während die Gradlänge unter dem Polarkreise mit 57 437 Toisen resultierte, wodurch fernerhin jeder Zweifel an der Abplattung der Erde beseitigt wurde. Diese beiden, zum ersten Male sorgfältig ausgeführten Gradmessungen haben gewissermafsen einen neuen Abschnitt in der Geschichte der Geodäsie begründet, denn sie waren der Anstoss zu einer Reihe darauffolgender Messungen im 19. Jahrhundert, durch welche unsere Kenntnis der Erdgestalt immer mehr vervollkommnet worden ist.

Die peruanische Gradmessung wird nunmehr, und zwar von französischen Offizieren unter Leitung des Generals Bassot vom Service géographique, in grofsartigem Mafsstabe wiederholt werden. Die Pariser Akademie der Wissenschaften hat eine Kommission niedergesetzt, welche mit der Überwachung der wissenschaftlichen Arbeiten der Expedition betraut ist. Eine Vorexpedition, bestehend aus einigen Offizieren und Mannschaften, ist schon in Ecuador eingetroffen und

wird die Aufgabe haben, über Transporte und Verproviantierungsverhältnisse auf der columbischen Hochebene Erkundigungen einzuziehen und verschiedene Vorarbeiten an den in Aussicht genommenen Beobachtungsstationen auszuführen. Das eigentliche Expeditionskorps folgt im laufenden Frühjahr nach, und die Arbeiten beginnen im Mai oder Juni. Der zu messende Gradbogen wird auf sechs Grad, d. h. auf die doppelte Länge der ehemaligen Messung ausgedehnt werden; der nördliche Endpunkt liegt bei Pasto in Columbia, der südliche bei Sullana in Peru, der Gradbogen wird also, wie der ehemalige peruanische, den Äquator durchqueren. Als Grundlage der Messung dienen drei Basisbestimmungen, u. z. zwei an den beiden Endpunkten gelegene Terrains, und eine in der ungefähr in der Mitte des Bogens situierten Gegend, jede Basis in einer Ausdehnung bis zu 9 Kilometer. Das auf diesen Basen aufzubauende Netz wird aus etwa 52 Beobachtungsstationen gebildet werden, von denen 3 durch genaue telegraphische Längenbestimmungen als Fundamentalstationen gesichert werden. Die Höhenunterschiede zwischen dem Vermessungsplateau und der See (Hafen Guayaquil) werden sorgfältig ermittelt, auch der Einflufs, der aus der Attraktion der Berge auf die Lotrichtung hervorgeht, wird durch geeignete Messungen in Rechnung gebracht werden.



Der rote Fleck auf dem Jupiter ist zur Zeit immer noch wahrnehmbar und bildet nunmehr seit zwei Jahrzehnten ein höchst interessantes Objekt der beobachtenden Astronomie. Denning hat sogar zahlreiche ältere Beobachtungen der Einbuchtung des südlichen Äquatorialbandes,[1]) welche den roten Fleck gewissermafsen umrahmt, und auch Wahrnehmungen der roten Ellipse selbst ausfindig gemacht, welche bis zum 5. September 1831 zurückreichen. Wir haben somit in diesem Gebilde ein Objekt vor uns, welches alle sonst auf dem Jupiter bisher wahrgenommenen Flecken an Beständigkeit bei weitem übertrifft. In erster Reihe suchte man dasselbe naturgemäfs zur Bestimmung der Umdrehungsperiode des Jupiter zu benutzen; jedoch zeigte sich, dafs sich die Umdrehungsdauer des roten Fleckes mit der Zeit veränderte, dafs das Gebilde also auf der Jupiter - Oberfläche keinen festen Platz einnimmt. Die folgende kleine Tabelle giebt uns eine Übersicht über diese Veränderungen.

---

[1]) Vergl. die Keelerschen Zeichnungen im II. Bande dieser Zeitschrift, sowie Bd. III, S. 48.

Jahr	Umdrehungsperiode	Beobachter
1831	9h 55m 33s,3	Denning
59	38,3	"
77	33,4	"
79	35,1	Bredichin
80	35,0	"
81	36,1	"
82	37,3	"
83	38,1	"
84	39,2	"
85	40,1	"
86	40,1	"
91	41,0	Lohse
99	41,9	Denning
99	42,6	Stanley Williams

Danach wäre also die Rotation des roten Fleckes während der letzten zwanzig Jahre immer langsamer geworden. Genauere Ortsbestimmungen nach jovigraphischer Länge lassen sich allerdings wegen mangelnder Kenntnis der wahren Rotationsdauer des Planeten nicht mit Sicherheit erlangen, jedoch hat Lohse unter Annahme des Wertes $9^h\ 55^m\ 41^s$ als Rotationsdauer des Planeten festgestellt, dafs der Fleck bis 1891 etwa um drei Viertel des Jupiterumfanges zurückgewichen ist, während seit diesem Zeitpunkt die Länge wieder langsam zunimmt. Dies läfst auch unsere obige Tabelle erkennen, welche die allmähliche Vergröfserung der Rotationsdauer des Fleckes angiebt. So lange die Rotation des Fleckes nämlich schneller erfolgte als die des Planeten, mufs der Fleck über dem Planetenkern nach Osten zu fortgerückt sein, seine jovigraphische[2]) Länge mufs also abgenommen haben; von dem Augenblick an jedoch, in welchem die Rotationsdauer des Fleckes gröfser wurde als die des Planeten, mufste der Fleck sich in entgegengesetzter Richtung verschieben. — Gleichzeitig mit diesem Fortrücken hat auch eine Verlängerung des Fleckes in ostwestlicher Richtung stattgefunden, denn diese Ausdehnung betrug nach Bredichin 1879 nur $31^0,7$, 1886 dagegen $36^0,5$.

Vergleicht man die Rotationsgeschwindigkeiten von Flecken in verschiedenen jovigraphischen Breiten untereinander, so zeigen sich bei Jupiter wie bei der Sonne Verschiedenheiten, die auf allgemeine

[2]) Man zählt die Längen auf einem Planeten in dem Sinne, dafs später in den Mittelmeridian kommende Gebilde eine gröfsere Länge erhalten. Dies entspricht also der in westlicher Richtung fortschreitenden Längenzählung auf der Erde, wie sie auf der amerikanischen Erdhälfte üblich ist.

Strömungen in der Jupiter-Atmosphäre hindeuten. Während aber Schröter, J. Schmidt, Oudemans und Seraphimoff die dem Äquator nächsten Flecken als die am schnellsten rotierenden erkannt hatten, giebt neuerdings Bredichin[3]) an, dafs in den mittleren Breiten sich gegenwärtig die Rotation der Flecken erheblich schneller vollziehe als in der Nähe des Äquators. Jedenfalls spielt auch die Höhenschicht, in welcher die uns als Flecken erscheinenden Wolkengebiete schweben, bei der Umdrehungszeit derselben eine grofse Rolle. Gewifs sind ja in der Jupiter-Atmosphäre wie in unserem Luftmeer mehr oder weniger konstante Strömungen anzunehmen, welche in verschiedenen Höhenschichten entgegengesetzte Richtung haben können, wie es in der Erdatmosphäre häufig, z. B. beim Passat und Gegenpassat, beobachtet wird.

Ob der grofse, rote Fleck zu den wolkenartigen Gebilden der Jupiter-Atmosphäre gehört, mufs als sehr zweifelhaft bezeichnet werden. Jedenfalls mufs er sich in einem sehr tiefen Niveau befinden, denn am Rande der Jupiter-Scheibe ist er nicht wie der Äquatorstreifen erkennbar, sondern durch Wolken verdeckt. Auch zeigten sich über ihm mitunter helle Objekte, die ihn mehr oder weniger verhüllten, und namentlich in der Nachbarschaft des roten Fleckes hat Bredichin oft glänzende, weifse Flecken gesehen, die eine weit gröfsere Geschwindigkeit hatten und offenbar in viel beträchtlicheren Höhen schwebten. Dem Eindruck nach, den Bredichin bei der Beobachtung des roten Fleckes gewonnen hat, hält er denselben für eine feste Scholle, die auf der flüssigen Oberfläche des Planeten gleite und von den Strömungen in den unteren Atmosphärenschichten mitgerissen werde. Die früher vielfach ausgesprochene Vermutung, dafs der rote Fleck einen glühenden Lavasee darstelle, dürfte bei den nunmehr nachgewiesenen Ortsveränderungen desselben kaum mehr aufrecht zu erhalten sein.

F. Kbr.

[3]) Bull. de Pétersb. VII, 235 f.





A. Höfler und E. Maifs: Naturlehre für die unteren Klassen der Mittelschulen. Wien bei Carl Gerold's Sohn.

An Lehrbüchern der Physik, welche sich für das Auffassungsvermögen der heranreifenden Jugend eignen sollen, haben wir wahrlich keinen Mangel. Gute derartige Bücher giebt es aber nur wenige. Denn der Stoff ist überwältigend grofs und die vorsichtige Sichtung, Einschränkung und Behandlung desselben erfordert nicht nur einen tüchtigen Fachwissenschaftler, sondern auch einen taktfesten Pädagogen. Das gilt besonders überall dort, wo neuere, an die Vorstellungskraft und das logische Denkvermögen eines jungen Gehirns hohe Anforderungen stellende Begriffe und Anschauungen Erörterung finden sollen, beispielsweise bei der Einwirkung magnetischer Kraftfelder auf stromdurchflossene Leiter. Hier wäre ebensowohl ein gänzliches Aufserachtlassen wie ein zu tiefes Eindringen von Übel. Man mufs den Verfassern nachrühmen, dafs sie es wohl verstanden haben, die richtige Mitte einzuhalten und ein Lehrbuch zu schaffen, das wir durchaus gesund und praktisch nennen müssen. Ob man mit der Behandlung der Wärme- und elektrischen Erscheinungen vor der Mechanik einverstanden sein kann, ist eigentlich nur eine — Geschmacksfrage. Der Lehrer wird in den meisten Fällen doch auswählend vorgehen. Sehr gut sind die in den Text eingestreuten Hinweise und Anregungen zur Auslösung selbständiger Gedankenreihen. Was nun Einzelheiten anbelangt, so würden wir gern bei Behandlung der chemischen Wirkungen des Stromes — und zumal, wenn man schon so weit geht, die Wasserzersetzung als sekundären Vorgang an der Hand von Formeln darzustellen — in einer künftigen Auflage auch den Accumulator kurz besprochen sehen. Swammerdam (1678) brauchte als Beobachter physiologischer Wirkungen des Stromes vor Galvani wohl kaum Erwähnung zu finden, oder man hätte auch Caldanis (1756) und des Deutschen Sulzer (1760) gedenken müssen. Nicht Gaufs und Weber (1833) sind die Erfinder der „elektrischen" Telegraphie, sondern Sömmering (1808). Die ersteren Forscher haben das Verdienst, eine praktische elektromagnetische Telegraphie (Nadelablenkung) angegeben und ausgeführt zu haben. Telephon und Mikrophon durften nicht allein in der Akustik erscheinen; zum mindesten wäre im Kapitel Elektrizität ein Hinweis nötig gewesen, dafs die Behandlung dieser für das praktische Leben so wichtigen elektrischen Instrumente aus den und den Gründen erst später erfolgt. Das Mikrophon ist nur von Hughes (1882) „verbessert", nicht „erfunden". Die Ehre der Erfindung gebührt ohne Frage dem leider so wenig anerkannten Lehrer Philipp Reis (1861). Doch alles dies sind kleine Ausstellungen, die den Wert des Buches nicht beeinträchtigen. Es verdient ernste Beachtung zu finden, auch von seiten Selbstlernender. Für den Unterricht ist die Sammlung von Fragen und Aufgaben (Anhang) geschickt zusammengestellt, recht brauchbar und wertvoll.

B. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Hafen von Tripolis.



Am Hafen von Tripolis.



Frühlingstage am Mittelmeer.

Von Dr. Alexander Rumpelt-Taormina.

II.

Tripolis.

Mittags zwölf Uhr hatten wir Malta verlassen. In der Morgenfrühe des andern Tages kam Afrika in Sicht: ein langer, grüner Streifen, darüber mäfsige Berge. Noch eine Stunde Fahrt, und ich sah durchs Glas, inmitten meilenweiter Dattelpalmenwälder eine grofse Stadt aufsteigen, mit plattdachigen, weifsen Häusern, überragt von einem altertümlichen Kastell und fünf schlanken Minarets.

Ein Schiff nähert sich dem unserigen. Es bringt den Piloten, der den „Paraguay" durch die schwierigen Klippen und Untiefen der Küste sicher in den Hafen geleiten soll, wenn man überhaupt noch von „Hafen" sprechen will. Eigentlich ist es blofs eine Reede. Nur Barken können landen, schon Segelschiffe von Mittelgröfse müssen der geringen Tiefe des versandeten Beckens halber ziemlich weit draufsen ankern.

Der „Paraguay" stoppt bereits mehr als einen Kilometer vom Ufer. Wir steigen in die auf- und abschwankende Postbarke und passieren, von zwei halbnackten Negern gerudert, ein türkisches Kriegsschiff ältester Konstruktion. Kanonen, aus denen vielleicht im griechischen Freiheitskrieg zum letzten Mal geschossen worden ist, lugen hier und da hervor, am Achtersteven weht — nicht ganz sauber — die ottomanische Flagge: weifser Stern und Halbmond im roten Feld. Eine Wache, das Gewehr über Schulter, patrouilliert schläfrig auf dem Oberdeck und schaut neugierig auf uns herab. Dann geht es zwischen grofsen Seglern durch, meistens Griechen gehörig, die hier Schwämme fischen, woran die afrikanische Küste überreich ist.

Jetzt knirscht die Barke im Sande. Wir steigen aus: zum ersten Male auf afrikanischem Boden! Ich sah mich um, die Fülle der Eindrücke verwirrte mich. Diese braunen und schwarzen Menschen, diese orientalischen Häuser und Türme, diese Wälder von Palmen! Wie in einem Märchen aus „Tausend und eine Nacht“. Willenlos liefs ich mich von dem Schwarm der anderen Ankömmlinge treiben. Aber halt, Besinnung: Beim Eintritt in türkisches Gebiet gilt es, den Pafs vorzuweisen; da steht am Hafenthor schon der Seid (Hafenwächter) und prüft die Papiere.

Ich hatte gehört, dafs dieser ehrenwerte Beamte die Pässe, die man ihm einhändigt, nicht gern wieder herausgiebt, sie vielmehr bis zur Abfahrt behält, dann im letzten Augenblick, wenn das letzte Boot zum Dampfer abgeht, verlegt hat und nur wiederfindet, wenn man ihn durch einen gewissen angenehmen Klang in der Tasche zum Suchen anfeuert. Diesen Bakschisch wollte ich mir ersparen, aber auch meinen Pafs nicht verlieren oder wohl gar den Dampfer versäumen, und da ich von einem Mitreisenden hörte, dafs der wohlgeborene Herr Seid weder lesen, noch schreiben könne, so gab ich ihm als Pafs die Statuten des Club Alpino Siciliano, die mir der Alpenvereinsvorstand von Palermo kürzlich verehrt hatte. Es war darin eine Widmung geschrieben und ein grofser, blauer Stempel des Vereins auf dem Titelblatt aufgedruckt — das mufste auf alle Fälle genügen.

Der brave Türke setzte seine Brille zurecht, nahm das Heft mit gewichtiger Miene, blätterte es von der ersten Seite an durch, dann drehte er es um und blätterte es noch einmal verkehrt von hinten nach vorn durch. Endlich gab er es mir mit Würde zurück. Die Pafsrevision war beendet.

Ein junger Mann in Arabertracht bot sich mir in gutem Italienisch als Führer an. Achmed Suari hiefs er, ehemaliger Dolmetsch des italienischen Konsulats in Sfax. Er führte mich zuerst zu einem römischen Triumphbogen des Mark Aurel. Nicht ohne Wehmut betrachtete ich die noch leidlich erhaltenen wertvollen Skulpturen, einen Adler und eine Wölfin, die säugende römische Wölfin, die Amme von Romulus und Remus. Durch dieses Thor schritten einst die weltbezwingenden Kohorten, nachdem sie ihre Dreiruderer verlassen hatten, und waren sich voll Stolz bewufst, dafs sie auch hier, im fernsten Süden ebenso wie droben im äufsersten Norden, in Trier und Regensburg, auf römischem Boden wandelten. Und jetzt? Jetzt dient das schöne Bauwerk als Weinmagazin, und in der hohen Nische thront

nicht mehr das leuchtende Bild eines siegreichen Imperators oder eines „ewigen“ Gottes: da rosten alte Anker.

* * *

Dieser stumme und doch so beredte Zeuge einer grofsen Zeit giebt Veranlassung, uns ein wenig der wechselvollen Geschicke der Stadt und des Landes zu erinnern, dessen Hauptstadt sie von altersher gewesen ist.

Nach den Römern, die ihrerseits Tripolitanien den Karthagern entrissen hatten, setzten sich die Vandalen hier fest. Aber ihr Regiment, ebenso wie das der ihnen folgenden Byzantiner, dauerte nicht lange. Mit der Kraft und Schnelle eines Präriefeuers brach der Islam aus dem Osten her über die ganze afrikanische Nordküste. Im Jahre 670, kaum 50 Jahre nach der Hedschra, fiel Tripolis in die Hände der Araber und blieb seitdem mit nur geringen Unterbrechungen beim Halbmond, teils unmittelbar unter der Pforte, für die es Dragut, der gewaltige Feldherr des Sultans Soliman II., 1556 von den Aragonesen in Besitz nahm, teils unter einheimischen tributpflichtigen Dynastien, z. B. der Karamauli (1714—1835). Das ganze Mittelalter hindurch, bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts, war gerade diese Barbarenstadt die Hochburg der Seeräuberei, der auf offenem Meer wie an den Küsten Italiens und Spaniens viele tausend Christen zum Opfer fielen.

Jetzt ist Tripolis die Hauptstadt eines 18 600 Quadratmeilen umfassenden Vilajets, des westlichsten des türkischen Reiches, steht unter einem Generalgouverneur und macht einen sauberen, ziemlich wohlhabenden Eindruck. Unter seinen 36 000 Einwohnern sind 8000 Juden, 4000 Malteser, 1000 Italiener und etwa 100 anderen Nationen Angehörige. Die zahlreichen Neger stammen wohl sämtlich aus dem Innern. Sie oder ihre Vorfahren sind auf den grofsen Karawanenstrafsen von Timbuktu oder vom Tschadsee eingeführt worden. Ein dritter Wüstenweg — Kairo-Oudschila-Sokna — hat gleichfalls seinen Endpunkt in Tripolis, und so ist der Name, den die Araber der Stadt beilegen: Tarabolos, „Schlüssel“, nämlich zum Sudan, sehr passend gewählt. Die Stadt wird seit einigen Jahren aus dem drei Stunden entfernten Gebirge Si-di-Pumeliana mit vorzüglichem Wasser versorgt. Das Land an der Küste ist aufserordentlich fruchtbar und bringt Weizen, Mais, Safran, Datteln, Südfrüchte, Oliven, Johannesbrot in grofser Menge hervor. Dazu kommt nun noch der lebhafte Karawanenhandel mit dem Innern in Goldstaub, Straufsenfedern, Elfenbein,

Gummi, Aloë und verschiedenen Gewürzen. Immerhin hat man den Eindruck, dafs Tripolis, dieser für Einfuhr wie Ausfuhr eines halben Erdteils gleich wichtige Platz an einer zum Hafen sozusagen prädestinierten Meeresbucht, längst nicht das ist, was es sein sollte. Was könnte man mit den nötigen Millionen hier schaffen! Handel und Industrie, namentlich in Seide und Baumwolle, liefsen sich leicht auf das Zehnfache bringen, aber nicht, so lange es dem müden Manne am Bosporus gehört. Bis vor kurzem hatte Tripolitanien, eine Fläche doppelt so grofs wie Frankreich, ganze 33 Postämter! An Eisenbahnen, Telegraphen denkt kein Mensch. Die Soldaten, meist in Baracken und Zeltlagern vor der Stadt kampierend, zählen viele Schwarze in ihren Reihen und machen den Eindruck der Zuchtlosigkeit. Da man politische Unruhen befürchtete, war die Garnison kürzlich verstärkt worden. Eine Zeit lang hielt man infolge des Fanatismus und der durch ihn drohenden Gewaltthaten zur Sicherheit der Europäer die Stadtthore geschlossen. Die Konsuln, darunter der deutsche (ein Italiener, Namens Labi), hätten bei einem Haar Veranlassung gehabt, sich ihrer Schutzbefohlenen allen Ernstes anzunehmen. Aber bald gewann die Einsicht der Erfolglosigkeit feindlicher Unternehmungen gegen die Fremden die Oberhand. Die auflodernde Flamme des Christenhasses erstickte unter der Asche des orientalischen Gleichmutes. Allah-il-Allah, wie Allah will. . . . . .

* * *

Mifstrauen auf der einen Seite, Ohnmachtsgefühl auf der andern ist es, was in Tripolis, wie wohl im ganzen übrigen türkischen Reich, die Stimmung der muhammedanischen Bevölkerung gegen die Ungläubigen kennzeichnet. So hätte ich, als wir am Justizgebäude vorbeikamen, sehr gern einer öffentlichen Gerichtssitzung beigewohnt, um einmal einen Kadi Recht sprechen zu hören. Mein Führer wagte nicht, mit mir hineinzugehen. Sie würden doch denken, meinte er, ich käme als Spion, warum hätte ich sonst die weite Reise von Deutschland bis hierher unternommen?

Mein Führer, der sich in anderen Ländern umgethan, sogar die Weltausstellung in Paris 1889 besucht hatte, erkannte als offener Kopf die Überlegenheit der Europäer unumwunden an. „Wir armen Muselmänner“, sagte er, „sind immer die gefoppten. Die Christen werden uns noch alles nehmen. Ägypten haben die Engländer, Algier und Tunis die Franzosen. Wie lange wird's dauern, da bekommt unser

Pascha von irgend einer Regierung eine Million in die Hand gedrückt, und Tripolis ist französisch oder italienisch oder ich weifs nicht was."

Achmed schob die Schuld an der Minderwertigkeit seiner Rasse auf die schlechten Gesetze, die Muhammed ihnen gegeben. Die Vielweiberei aber und das Verhältnis der beiden Geschlechter überhaupt, wie es der Prophet formuliert hat, verteidigte er mit folgenden sonderbaren Gründen:

„Welche Unmasse alter Jungfern giebt es bei Euch infolge Eurer Einehe! Bei uns zählen sie zu den gröfsten Ausnahmen. Da erfüllt jedes Weib den ihr von der Natur bestimmten Zweck, wenn sie sich auch mit andern in den Besitz des Gatten teilen mufs. Aber das führt nicht in dem Grade zu Eifersucht und häuslichem Zwist, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Unsere Weiber wissen es eben nicht anders und beugen sich fromm und ergeben den heiligen Vorschriften. Auch noch aus einem andern, mehr praktischen Grunde. Wenn nämlich ein Moslem eine Frau nimmt, die nicht brav ist, so kann er sie den nächsten Tag wieder fortjagen. Ihr armen Europäer seid an das Weib, das Ihr nehmt, gebunden für Euer ganzes Leben. Das Risiko, ob sie gut oder schlecht sein wird, ist sehr grofs. In vielen, wenn nicht in den meisten Fällen (recht hast Du, mein braver Achmed!) wird die Ehe unglücklich sein. Bei uns sind die Ehen gewöhnlich glücklich. Denn unsere Weiber, wenn einmal die Liebe entfacht ist, lieben sehr heifs und thun alles, um den Mann zufrieden zu stellen, eben auch schon deshalb, weil sie jede Stunde wieder davongejagt werden können. Übrigens gestatten sich die Bewohner der Stadt selten den Luxus mehrerer Frauen. Hingegen in der Zokra (auf dem Lande) ist die Polygamie geradezu notwendig. Das Mädchen wird dem Vater sozusagen abgekauft. Wenigstens erhält der Schwiegervater für eine kräftige, junge Tochter vom Bräutigam in der Regel zwanzig Franken Handgeld. Die Frauen sind dann einfach Arbeitskräfte, die Kinder, die sie bekommen, ebenso, und das sehen Sie doch ein, Herr, wenn ein Landmann eine grofse Fläche zu bestellen hat, braucht er Leute, da nimmt er sich eben Weiber, so viele die Scholle ernährt, bekommt viele Kinder und kann dann sein grofses Stück Land ohne fremde Hilfe ausgiebig bestellen. Alle arbeiten gut, denn es geht für das eigene Haus, und man hat keinen Ärger mit dem Gesinde." —

Dagegen beklagte mein Führer die Häufigkeit der Morde, namentlich in der Campagna, und nur ganz selten werde der Thäter erwischt

„Welche Strafe bekommt er denn dann? Hoffentlich wird er stranguliert oder geköpft?"

„Keines von Beiden. Höchstens zehn Jahre Gefängnis. Ist er aber reich und kann die Richter bestechen, so geht er frei aus."

„Daran sind dann aber nicht die schlechten Gesetze des Propheten schuld", hielt ich ihm vor, „sondern Euer schlechter Charakter."

„Da habt Ihr recht, Herr", antwortete er resigniert, „wir sind eine böse Nation. Für einen Franken, wenn's ginge, verkaufte einer den andern."

Das brachte uns auf den Sklavenhandel, über den mir mein vollständig vorurteilsloser, unabhängiger und infolgedessen durchaus zuverlässiger Führer auch merkwürdige Dinge offenbarte.

Bis zum Jahre 1890 war noch öffentlicher Sklavenmarkt in Tripolis, zu Hunderten wurden sie da verkauft, alle aus dem Sudan, aber nur kleine Mädchen und Jungen, so von vier bis fünf Jahren. Viel älter werden sie nicht eingeführt, sonst fliehen sie oder gewöhnen sich nur sehr schwer ein. „Aber wunderhübsche Kerlchen waren manchmal darunter", er schnalzte verständnisvoll mit der Zunge, und seine Augen blitzten, „bellini, Signore, bellini, col corallino nel naso (kleine liebe Bengel mit Korallenschmuck in der Nase) und so glänzend sammetbraun das Fellchen, wie Mispelschalen, das Stück zu hundert bis zweihundert Franken. „Übrigens", fügte er im Vertrauen hinzu, „jetzt wird auch noch feste mit schwarzer Ware gehandelt, natürlich nur im Geheimen."

„Aber wozu ist denn Polizei und Verwaltung da?" fragte ich entrüstet.

„Die kümmern sich ganz und gar nicht drum, sondern der englische Konsul reklamiert sie, wenn ihm Anzeige gemacht wird. Aber das geschieht selten, da man schlau ist und sie heimlich in den Häusern verkauft werden."

„Das ist doch aber empörend."

„Erlauben Sie Herr", erwiderte Achmed Suari. „Es ist sehr die Frage, ob die Vielweiberei und der Sklavenhandel für diese südlichen Länder und für unsere semitische Rasse nicht ebenso richtige und naturnotwendige Einrichtungen sind, als sie für Euch Nordländer schädlich und unnatürlich sein würden. Und wifst Ihr, dafs es diese Sklaven gewöhnlich recht gut in den Familien haben, gewifs oft viel besser, als manche Leute bei Euch, was ich so gesehen habe, Fabrikarbeiter, Nähmädchen und andere? Auch eines der abscheulichsten

Übel, ohne welches Eure europäische Kultur nicht denkbar ist, giebt es bei uns nicht: die Prostitution — wer weifs, ob dies eine nicht schlimmer ist als Vielweiberei und Sklavenhandel zusammen!"

* * *

Mein viel erfahrener Achmed führte mich in eine Dahuna, eine arabische Brotmühle. Im Hintergrund eines geräumigen, fast fensterlosen Gewölbes geht ein altes Kamel im Kreise. Damit es nicht schwindlig wird, sind ihm die Augen mit kleinen, hinter den Ohren befestigten Körbchen verbunden. Im langsamen Gleichtritt, das breite Haupt am langen Hals hoch emporgehoben, schreitet es — ein wahrer Philosoph im Unglück — einher und bewegt eine Stange, die einen senkrecht aufgestellten Olivenstamm und mit diesem zugleich den Mahlstein dreht. Oben wird das Korn eingeschüttet, unten fliefst das Mehl in einen Korb, der, sobald er gefüllt ist, weggenommen und nach der andern Seite des Gewölbes getragen wird, wo an einem langen Trog vier Berber, bis zu den Hüften unbekleidet, aber im Fez, den Teig kneten und in elegantem Schwunge die geformten Brötchen auf eine Decke werfen, von wo sie dann zum Backofen abgeholt werden. Den Teig hat ihnen zuvor ein fünfter auf einer kleinen Wage vorgewogen, der gleichfalls im Fez und langen, weifsen Mantel kreuzbeinig in einer Ecke sitzt.

Eine grofse Rolle bei der Bäckerei spielt der Safran. Wohl nicht so sehr wegen seines Wohlgeschmackes, als wegen seiner prachtvollen, gelben Farbe, wird jedes, auch das kleinste Brot damit bestrichen und leuchtet dann in der hellen Sonne so schön, dafs es gewifs schon aus diesem Grunde doppelt so gut schmeckt. In solchen kleinen Dingen offenbart sich der farbenfreudige Sinn, der uns Nordländern ja so ganz abgeht und um so gröfser wird, je weiter man nach dem sonnigen Süden vordringt.

Am meisten zeigt er sich in der Kleidung. Wie malerisch sind diese Kaftane, diese Turbane, diese feinen, seidenen Gewänder in den verschiedensten Formen und Farben, die einem da am Hafen zwischen den weifsen Häusern der Stadt, namentlich aber in den Zouks vor Augen kommen! Die Zouks sind entweder, wie der Zouk-Urbang, Verkaufshallen, lange romanische Hallen mit Kreuzgewölbe oder, wie der Zouk-Constantinopoli, gewöhnliche Strafsen, in denen teils zwischen den Dächern der einstöckigen Häuser über die ganze Breite der Strafsen Strohmatten gebreitet sind, teils an Gestänge gezogenes Weinlaub gegen die Hitze Schutz bietet. In diesen Zouks kann man zu

den billigsten Preisen die schönsten Seidenstoffe, gewirkte Decken u. s. w. bekommen, ein wahres „Paradies der Damen“.

Von den Moscheen ist die „grofse Moschee“ zu erwähnen, deren elegantes achteckiges Minaret in drei Etagen aufsteigt, mit doppeltem Umgang oben für den Muëzzin, der hier viermal des Tages den Propheten anruft, ferner die Dschama Gurdschi, deren prächtiger, weifser Turm ebenso wie das grofse Thor mit bunter Mosaik ausgelegt ist. Die spitzen, grünen Dächer stimmen wundersam zu dem Kalkweifs



Markt in Tripolis.

der Mauern, wie zu dem Tiefblau des Himmels. Oben sind sie überaus zierlich und geschmackvoll mit einem goldenen Halbmond gekrönt.

Es ist ein Zeichen des Fanatismus, der gerade hier in Tripolis noch herrscht, dafs den Ungläubigen das Betreten auch nur der Vorhallen dieser Moscheen aufs strengste untersagt ist. Wollte man diesem Verbot zuwiderhandeln, so würde man Gefahr laufen, gelyncht zu werden. Auch abmalen lassen sie ihre heiligen Häuser nicht. Einem Bekannten von mir, der versuchte, von der herrlichen Dschama-Gurdschi-Moschee eine Skizze zu machen, passierte es, dafs sich eine grofse Menge Moslemin um ihn scharte und ihm bedeutete, aufzuhören. Als er ihrem Geheifs nicht nachkam, pflanzten sich die längsten und dicksten aus diesem Volksauflauf unmittelbar vor ihm

auf, bis er von der Moschee kaum noch die äufserste Spitze des Minarets sah und so wohl oder übel von seinem Beginnen abstehen mufste.

Mit welchen Gefühlen mögen diese Fanatiker den Bau der pomphaften katholischen Kirche verfolgt haben, die seit einiger Zeit ihre Kuppel mitten zwischen den Türmen der Moscheen erhebt! Und welchen Kampf mag es gekostet haben, ehe solch ein Bau genehmigt wurde! In dieser Hochburg des Islam ein Bethaus für die Ungläubigen! Und noch dazu eines, das an Gröfse und Schönheit fast alle andern monumentalen Bauwerke der Stadt in Schatten stellt!

* * *

Weiter gings durch enge Gassen und Gäfschen, an reich gekleideten Türken, die auf kostbar geschmückten Rossen ritten, und an verschleierten Araberfrauen, deren schwarze Augen aus dem braunen Tuchschlitz seltsam auf den Fremdling blitzten, vorüber, nach dem Halfamarkt (Rachbad-el-Halfa).

Halfa (ital. Sparto) ist ein in den Oasen wachsendes, sehr festes Pfriemengras, das zu mancherlei, in der Hauptsache wohl zu Polstern benutzt wird und einen wichtigen Ausfuhrartikel bildet. Der Markt ist ein in der Vorstadt liegender grofser Hof, von einer hohen, viereckigen Mauer umgeben, mit zwei breiten Thoren. Das Thor nach dem Meer zu ist als das Endziel der langen, langen Karawanenstrafsen aus dem Inneren anzusehen. Wenn sie da einlenken, die müden Tiere nach Wochen, Monate währenden Märschen mit ihren schweren Lasten, dann haben sie's vollbracht. Diejenigen, welche Elfenbein bringen, kommen in der That achtzig Tagereisen weit her. Denn wenn man schon tief ins Innere gehen mufs, um einen Löwen oder Leoparden zu finden, so sind die armen Elefanten noch viel weiter zurückgedrängt: wegen des kostbaren Schmuckes ihrer gewaltigen Hauer sind sie im ganzen nördlichen Afrika bereits ausgerottet. Diejenigen, welche Halfa bringen, haben höchstens zwölf Tagereisen hinter sich. Sonst würde es wahrlich nicht lohnen. Denn mehr als dreihundert Kilo trägt auch das stärkste Kamel nicht, und hundert Kilo Halfa kosten — drei Franken! Wenn man da noch die Frachtspesen, Futterkosten und das Kapital, das die Tiere darstellen, dazu nimmt, — ein kräftiges Kamel kommt immer auf vierhundertfünfzig bis fünfhundert Franken zu stehen —, so kann man sich einen Begriff davon machen, einerseits mit welch' bescheidenem Gewinn sich diese eigenartigen Spediteure begnügen, andererseits aber, wie billig das

Leben in diesem mittelalterlichen Lande noch ist. So kostet z. B., ein Kamel den ganzen Tag in den grofsen Ställen neben dem Markt einzustellen, nur einen Sou. Der Preis eines Pferdes ist einhundert bis einhundertfünfzig Franken. Mit zwei Franken in der Tasche pro Tag, meinte Achmed Suari, könne man in Tripolis wie ein „Barone" leben.

Auf dem Halfamarkte bot sich mir ein echt afrikanisches Bild. In langen Reihen zu Hunderten werden die aneinander gekoppelten Tiere in den Hof getrieben, gefolgt von Beduinen in ihren langen, weifsen Mänteln. Jeder hat die uraltmodische Flinte (Vorderlader) über dem Rücken. Ein niedriger Holzverschlag mit Durchgängen teilt den Hof in zwei Hälften. Vier grofse Wagen stehen auf der Grenze. Bemerkenswert ist die Gestalt und Mechanik dieser Wagen: zwei starke Baumstämme, die in die Erde gerammt und etwa in doppelter Mannshöhe kreuzweise gebunden sind. Von dem Vereinigungspunkt hängt an dicken Stricken ein Balken herab, an dessen einem Ende die grofse eiserne Wage befestigt ist. Die Kamele knien nieder, werden ihrer Last entledigt, diese wird in die Wage gehakt. Um die Last zu heben, springen drei bis vier Schwarze auf die andere Seite des Balkens und drücken ihn nieder. Nun erst kann die Wage funktionieren, indem sie auf einer Scheibe selbst das Gewicht anzeigt. Die Beamten eines englischen Hauses stehen mit Bleistift und Notizbuch daneben und tragen das Gewicht der Lasten ein, die dann auf die andere Seite des Hofes hinübergewälzt und hier den Tieren noch einmal aufgeladen werden, um sie in die Lagerräume des Exporthauses zu bringen. Es wird nach Loka gerechnet. 77 Loka sind 100 Kilo.

Überaus drollig sind die jungen Kamele, die ihren schwer bepackten Müttern durch die Wüste folgen. Sie erfreuen sich lange ihrer Jugend: erst im Alter von fünf Jahren fangen sie an, ihren Lebensunterhalt selbst zu verdienen. Daher der hohe Preis! Ich konnte mir's nicht versagen, ich fing eines der reizenden, kleinen Kamele, ein schneeweifses Tier, und streichelte sein lockiges Wollhaar, während seiner Alten unter Schnarren und Schnaufen die dreihundert Kilo wieder aufgeladen wurden. So konnte sie mich nicht beifsen. Das Junge, nicht viel gröfser als ein Kalb, war kaum zu halten und blökte so hell wie ein Schaf. Die grofsen Kamele lassen, wenn sie müde sind oder die Last ihnen nicht richtig auf beide Seiten verteilt wird, so dafs sie das Gleichgewicht nicht wahren können, mit weit geöffnetem Maule langgezogene gurgelnde Töne hören, dem Brüllen eines brünstigen Hirsches vergleichbar. Welche Gegensätze: die munteren, jugendfrohen, kleinen Tiere mit ihren vorschnellen, täppischen Sprüngen und

die mühsam für ihr Brot arbeitenden Alten, mit den kraftvoll elastischen Gliedern und dem hocherhobenen charakteristischen Kopf, in dessen halbgeschlossenem Auge und wulstigem Maul sich die höchste Weltentsagung und Weltverachtung, die Quintessenz der Schopenhauerschen Philosophie auszudrücken scheint. Und dann: die langsam stolzen Schritte der braunen Beduinen und die plumpen, ungestümen Bewegungen der halbnackten Mohren. Dahinter aber, hinter der das alles abschliefsenden starren Mauer die im Seewind schaukelnden



Heimkehrende Karawane.

Büschelkronen der Dattelpalmen. Wie stimmte das alles zusammen zum eigenartigsten Bilde!

* * *

Die Palmen lockten mich, und ich drückte meinem Führer den Wunsch aus, ein wenig die Karawanenstrafse hinauszuwandeln. Er meinte, in dem Staube und der Sonnenglut würde ich wenig Vergnügen haben. Das wäre nur etwas für die Beduinen. „Ha diese närrischen Beduinen“, rief er, „die halten's nicht in der Stadt aus! Ich kann keine drei Tage aufserhalb sein, da langweile ich mich zu Tode. Die Beduinen aber fühlen sich schon am zweiten Tag so unbehaglich zwischen den Häusern und den vielen Menschen, und am dritten

schirren sie schon in der Frühe ihre Kamele, damit sie nur endlich wieder in ihren Sand und ihre Einsamkeit hinauskommen."

„Gut, so will ich heute auch ein Beduine sein, ich habe selten genug das Vergnügen, in einem Dattelhain mich zu ergehen."

„Dattelhain", der Ausdruck ist nicht ganz richtig. Von fern gesehen, machen die Tausende von Palmen allerdings einen waldähnlichen Eindruck; in Wahrheit aber umranden sie nur in Linien die einzelnen Feldabteilungen, wo Gemüse und Getreide, namentlich türkischer Weizen gebaut wird. So gedeihen sie am besten. Denn die Palme will Freiheit, will Sonne und Seewind haben. Zugleich nehmen sie infolge ihrer langen Stämme den niederen Gewächsen keinen Platz und infolge ihrer durchsichtigen hohen Wedel auch nicht viel Sonnenlicht weg.

Durch zahlreiche Berieselungsbrunnen wird das regenarme Land fruchtbar gemacht. Ein solcher Brunnen ist eine afrikanische Besonderheit und wohl wert, dafs wir zu ihm hingehen und ihn anschauen.

In einem von alten Eschen beschatteten Hohlweg wird von einem Neger ein Ochse auf- und abgetrieben. Beim Abstieg zieht der Ochse ein langes Seil nach sich, das aus der Zisterne — am oberen Ende des Hohlwegs — herauskommt, wo es über eine Rolle hinweggeht. Jetzt nähert sich der Ochse dem unteren Ende des Hohlwegs, da erscheint auf dem obern Rande der Zisterne ein mit Wasser gefüllter, grofser Ledersack, der sich, von dem Seil gezogen, über die Rolle in einen Behälter ergiefst, aus dem das Wasser dann in einen grofsen Trog und von hier durch Gräben in die unteren Teile des Gartens läuft. Wenn der Ochse zurückgeht, taucht der unten mit Ballast versehene Sack von selbst wieder in die Tiefe, um alsbald von neuem gefüllt wieder heraufzukommen, wenn das Tier wieder unten angelangt ist u. s. f. Der gute Nigger begleitete unter einem ziemlich melancholischen Gesang seinen vierbeinigen Gefährten geduldig thalauf, thalab, half auch gelegentlich mit ziehen und hielt jenen allemal unten fest, bis der Sack oben ausgelaufen war. Auf diese Art wird verhältnismäfsig viel Wasser in kurzer Zeit aus der Tiefe in den Garten befördert.

Eine uns begegnende Droschke gab mir Gelegenheit, trotz meiner beschränkten Zeit noch die Wüste zu sehen. Solche Wagen (Cabs) hatte ich früher schon mehrere nicht ohne inneres Grauen bemerkt. Freilich schützen sie durch das Zeltdach gegen die Sonne. Aber alles an ihnen ist leibelösig und zerrissen. So steinalt, so greisen-

haft gebrechlich sind die Pferde, dafs der letzte Berliner Droschkengaul gegen sie noch wie ein Vollblutaraber erscheinen würde. Sie werden — immer eines allein — so eng und fest in die Doppeldeichsel eingespannt, dafs man jede Bewegung des Rosses im Wagen spürt. Immerzu stöfst das arme Tier mit dem Hinterteil an die alte Kutsche, so dafs man fortwährend ein Gefühl hat wie auf einem Dampfer, der stampft. Geradezu verhängnisvoll aber kann es für den unbefangenen Neuling werden, dafs die eiserne Achse, welche die beiden Räder ver-



Rast einer Karawane.

bindet, oben auf dem Boden dieses Vergnügungskarrens durchgeht und infolgedessen nun in ihren ziemlich weiten Öffnungen sich immer in der Nähe der Füfse dreht. Von dem urgewaltigen Schütteln und Rütteln fiel mein neuer Regenschirm hinunter. Ich selbst verankerte mich mit beiden Händen an zwei Stellen, und hatte keinen Arm frei, um den Schirm aufzuheben. So geriet er unter die eiserne Achse und brach — krack, krack! — mitten entzwei. Nicht einmal das Futter konnte ich retten. Wie ein altes Segel im Seesturm war es im Nu durch und durch zerfetzt. Ich ergab mich mit stoischem Gleichmut darein und war froh ob dieser Warnung, dafs ich nicht unversehens mit den Füfsen unter die heimtückische Rolle geraten war. . . .

Die Belohnung für solche Mühsal liefs nicht lange auf sich warten. Nach ungefähr zwanzig Minuten ebener Fahrt durch endlose Dattelpflanzungen, zwischen Kasernen und Zeltlagern der türkischen Besatzung hin, steigt der Weg. Der harte Boden geht allmählich in feinen, gelben Sand über. Der Wagen hält auf der Höhe, ich steige aus. Da lag sie vor mir — die Wüste. Wie mit einem Striche abgegrenzt, hört jeglicher Pflanzenwuchs, auch der kümmerlichste, auf, und vor uns dehnte sich, nur hier und da durch einförmige Wellenlinien unterbrochen, die öde Sandfläche. Da lag sie vor mir, die Heimat des Schirokko, das Grab so vieler tausend Wanderer und pflichttreuer Kamele.

Doch da hinten, sind das nicht breitwipflige Ölbäume, die wie durch ein Wunder noch dem Sande trotzen? Nein, sie bewegen sich, aber nicht vom Winde, sie werden gröfser, es ist eine Karawane von Kamelen, die wer weifs was, Halfa oder Elfenbein aus den Oasen herführen. Die sympathischen Tiere, die so wenig Ansprüche machen und so viel schaffen, die selbst nichts vom Leben haben, dagegen oft mit ihrem Leben ihren Herrn vor dem Tode des Verdurstens retten müssen, wie freute ich mich, sie in ihrem echten und rechten Milieu, in der Wüste selbst zu sehen! Müde, müde sind sie, kaum setzen sie noch einen der breiten Füfse vor den andern. Was könnte sie aus ihrer Ruhe bringen? Sie bleiben immer Philosophen: sie murren nicht, sie klagen nicht, sie widersetzen sich nicht. Beduinen in Fez und Turban treiben die Todmatten an, die letzten Kräfte zusammenzunehmen. Wie mögen sie, Menschen wie Tiere, am Morgen den fernen Palmenkranz am nördlichen Horizont begrüfst haben, das Ziel ihrer wochenlangen Wanderung!

* * *

Nach diesem Ausflug blieb nicht mehr viel Sehenswertes für mich übrig. Bei der Rückkehr aus der Wüste besichtigte ich den öffentlichen Garten am Meer, in dem ein kleines Lusthaus steht. Hier geben sich der Pascha und die Konsuln an Fest- und Feiertagen bei offiziellen Gelegenheiten ein ungezwungenes Stelldichein und schlürfen beim Klange türkischer Militärmusik Kaffee und Limonade. Dann probierte ich den Palmenwein, — von weichlich süfsem, aber nicht unangenehmem Geschmack. Nach dem Mittagessen, das ich in einem gut geführten, italienischen Albergo einnahm und, bei welcher Gelegenheit ich den unvermeidlichen Sachsen traf — er war aus „Bärne“ an der Elbe und Kommis in einem Dattelversandgeschäft — besuchte

ich noch mit meinem Führer das Judenviertel, das hier entsprechend den übrigen mittelalterlichen Anschauungen und Lebensgewohnheiten vollständig vom Araberviertel abgesondert ist.

Wir traten in eine der fünf Synagogen, wo sich meinem Auge ein wunderhübsches Genrebildchen darbot. Ein alter, ehrwürdiger Lehrer im langen, weifsen Bart safs auf Türkenart vor einem Bänkchen, auf dem zwei kleine Jungen aus einem hebräischen Schweinslederband buchstabierten. Der kindliche Eifer der Kleinen und die väter-



Am Rande der Wüste.

lich-milde Würde des Alten im Turban, der mir wie ein Patriarch aus dem Alten Testament vorkam, hoben sich prächtig gegen einander ab. Alle drei in den buntesten, malerischsten Kostümen, inmitten der altertümlichen Synagoge! Wie gern hätte ich mich mit dem Greis, der mich schweigend mit Blick und Hand grüfste, ein wenig angefreundet! Aber zu einem auch nur kurzen Gespräch fehlte Zeit und Gelegenheit.

Die Jüdinnen sind aufser den wenigen Europäerinnen die einzigen Weiber, deren Gesichter man zu sehen bekommt. Unter den jungen Mädchen trifft man solche von hoher Schönheit, wahre Rebekkas und Bathsebas, und man begreift, wie man um solche Weiber vierzehn Jahre dienen kann, und wie selbst ein David durch sie zum

Verräter und Mörder wurde. Die Araberinnen aber gehen bekanntlich, dem Befehle des Propheten gehorchend, vom elften Jahr, dem Eintritt der Reife, so lange dicht verschleiert, bis sie alte Vetteln werden. Wunderschöne Frauen, sagte mir mein Führer, gebe es in den Häusern der Reichen, die aufser ihrem Gebieter niemals ein Mann von Angesicht zu Angesicht schauen darf. Das läfst sich denken, zumal der Sklavenhandel ja noch nicht ganz ausgerottet ist. Wird dieser Handel je ganz aufhören? Es ist doch wirklich viel verlangt, dafs die Orientalen auf diese ihre tausend Jahre alten Sitten und Gebräuche nun auf einmal verzichten sollen! Warum sollen sie keine schönen Cirkassierinnen und Armenierinnen mehr kaufen, die sie sich ehedem so ungehindert haben kommen lassen? Schon dieser eine Punkt, die Unterdrückung, oder sagen wir lieber die Erschwerung der Sklaveneinfuhr, scheint mir zur Genüge den wahnsinnig fanatischen Hafs der Muselmänner gegen die christlichen Eindringlinge zu erklären.

Ich fragte meinen Führer, ob die Juden immer mit einer Frau sich begnügten, da es bekanntlich ihre auch im Orient unter derselben heifsen Sonne lebenden Stammeltern, namentlich der Erzvater Abraham und der König Salomo, in dieser Beziehung nicht so genau genommen haben. Er versicherte mir, dafs sie streng monogamisch in musterhaften Ehen lebten. Also geht es doch auch hier, wenn man nur will!

Als ich mich über die Ärmlichkeit der jüdischen Wohnungen und die vielfach auftretende Unreinlichkeit in der Kleidung wunderte, belehrte mich Achmed Suari: „O, die hiesigen Juden haben Geld, viel, viel Geld. Aber sie zeigen es nicht. Sie essen gut in ihren Häusern, aber sie wohnen ärmlich und kleiden sich schlecht, aus Furcht, ermordet und ihres Geldes beraubt zu werden“. Gerade so, wie sie es bei uns vor vier- und fünfhundert Jahren trieben, treiben mufsten.

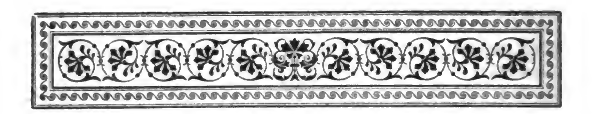
Wer also noch im Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts vollkommen mittelalterliche Zustände kennen lernen will, der gehe nach Tripolis!

Zum Abschied trank ich mit meinem Führer eine Schale Mokka, die er für mich zu bezahlen sich nicht nehmen liefs — ich war in dieser Stunde sein Gastfreund! — und rauchte eine Pfeife Nargileh mit ihm. Dann drückte ich ihm die Hand und ging zum Hafen zurück.

Nach langem Handeln gelang es mir endlich, für einen halben Franken wieder an Bord zu kommen. Freilich mufste ich mir gefallen lassen, dafs zwei dicke Türken mit einer Unmenge Waren-

ballen, goldbeschlagenen, grünen Kisten und schweren Säcken in die kleine Barke mit einstiegen. Das Boot schwankte bedenklich. Wir bekamen eine Welle nach der anderen herein. Die Türken aber verzogen keine Miene. Alles ist ja bei ihnen vorherbestimmt. Durch den Tod in den Fluten konnten sie ihre Lage nur verbessern; wenn sie untergingen, kamen sie zu weifsen Huri's in Allah's „ewige Gärten“. Ich aber, da ich als Ungläubiger hierauf keine Aussicht hatte, vielmehr mich noch recht lange dieser schönen Erdensonne zu freuen gedachte, war schon auf dem Sprunge, falls das Boot kentern sollte, mich weit in die See hinauszustürzen, um schwimmend die Falltreppe zu erreichen. Mit Müh' und Not langten wir ohne Intermezzo am „Paraguay“ an. Merkwürdig, obgleich die Türken sehr reich gekleidet waren (grüner Seidenfez, weifse Seidenstrümpfe, kostbar gestickte Kaftane), fuhren sie doch dritter Klasse. Vielleicht aus Fanatismus, um in der Kajüte nicht mit Ungläubigen zusammenkommen, nicht in Christenbetten schlafen zu müssen. Sie machten es sich dafür gleich an Bord bequem, indem sie grofse Strohmatten ausbreiteten, den Rücken an ihre Warenballen lehnten und mit kreuzweise übereinander geschlagenen Beinen ihre Pfeifen rauchten. Ein Lärm von Stimmen und Gepolter von verschiedenen Dingen, die hin- und hergeworfen wurden, rief mich an Steuerbord. Da schaukelten unten zwei Kähne, jeder vollgepfropft mit jüdischem Volk, Weibern und Kindern; nur zwei junge Männer befanden sich unter ihnen, alle in die ganze Farbenpracht des Orients gekleidet. Wollten die sich alle noch einschiffen? Nein, nur die beiden Männer stiegen aus nach grofsem, thränenreichem Abschiednehmen. Die Kisten, die sie mit sich führten, waren so schwer, dafs der Kapitän oben an der Rehling gewaltig zu fluchen begann: Warum sie so spät kämen? Solche Sachen müfsten mit dem Krahn aufgezogen werden — dieser hatte, weil es kaum eine Viertelstunde vor Abgang des Schiffes war, seine Thätigkeit bereits eingestellt —, per Dio, sie würden ihm noch seine Treppe zusammenbrechen! Zwei herkulische Schwarze wälzten schliefslich die letzten Kisten und Kasten herauf, und das Zeichen zur Abfahrt konnte gegeben werden.

„Kommt die ganze Mischpoke angefahren wegen dieser zwei Kerle“, brummte der Kapitän, „es fehlte blofs, dafs sie auch noch den Hauskater mitbrachten“. —



Das Wetterschiefsen.*)

Von Prof. Dr. R. Börnstein in Berlin.

Kaum minder alt als das menschliche Denken überhaupt dürfte wohl das Streben sein, welches den Zusammenhang der Witterungsvorgänge zu ergründen und die gewonnene Kenntnis im Kampfe ums Dasein zu verwerten sucht. Teils bemühte man sich, die bevorstehende Witterung rechtzeitig zu erkennen und sich derselben bei landwirtschaftlichen Arbeiten, Seereisen und sonstigen Unternehmungen anzupassen, teils auch glaubte man, geradezu auf die atmosphärischen Vorgänge einwirken, das Wetter in günstigem Sinne beeinflussen zu können. Während aber jene ersteren Bestrebungen sich bis zu dem auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden Prognosendienst herausgebildet haben, ist das „Wettermachen" mehr und mehr in Mifsachtung geraten, und nur noch von kulturgeschichtlichem Interesse erscheint uns die Überlieferung der Sympathie und Zaubermittel, durch welche man einst ersehnten Regen herbeizuführen oder ein drohendes Unwetter von der eigenen Flur abzuwenden gedachte. Nur ein derartiges Verfahren hat sich bis in unsere Tage zu erhalten vermocht, das Hagel- oder Wetterschiefsen, über welches wir hier kurz berichten wollen. Dasselbe beruht auf dem alten Glauben, dafs durch Geräusch ein heraufziehendes Hagelwetter bekämpft und der Hagel entweder ganz verhindert oder doch nach einer anderen Stelle fortgetrieben werden könne. Wahrscheinlich ist diese Überlieferung auf religiöser Grundlage entstanden, denn man bediente sich ursprünglich der Kirchenglocken, um durch „Wetterläuten" das angeblich von Hexen erzeugte Gewitter und Hagelwetter zu vertreiben. Aus den Alpenländern, aus Süddeutschland, von den Siebenbürger Sachsen u. s. w. wird solches berichtet, und mehrfach gehörte zu den rechtlich vereinbarten Einkünften des Küsters die „Wettergarbe", d. h. ein gewisser Betrag an Getreide als Entgelt für die Verpflichtung

*) Kurze Mitteilungen über den nämlichen Gegenstand finden sich bereits in dieser Zeitschrift IX 475—476, 1897, und XII 427—429, 1900.

zum Läuten bei drohendem Hagelwetter. Bedenkt man, dafs die Kirchtürme einer erhöhten Blitzgefahr ausgesetzt sind, so erscheint jene besondere Bezahlung wohl begreiflich. Die Gefährlichkeit des Wetterläutens für den Läutenden durfte wohl auch eher als etwa eine beginnende Aufklärung dahin geführt haben, dafs das Wetterläuten verboten wurde, und zwar schon 1500 durch die (protestantische) Kirchenvisitation von Hersbruck, sodann in den achtziger Jahren des 18. Jahrhunderts durch Kaiser Joseph II. von Österreich, durch Kurfürst Karl Theodor von Düsseldorf, durch Erzbischof Hieronimus von Salzburg u. s. w. Aufser dem Läuten war auch das Blasen auf Wetterhörnern (welches schon 1631 erwähnt wird) sowie das Schiefsen gegen heranziehende Wetterwolken in Übung, und die ursprüngliche religiöse Grundlage des Wetterläutens scheint allmählich und vielleicht unbewufst verdrängt zu sein durch die Empfindung, es könne ein drohendes Unwetter mittels starker Geräusche vertrieben werden. Die gleiche Empfindung hat in neuerer Zeit zur Wiederaufnahme des in den Alpenländern nie ganz verschwundenen Wetterschiefsens geführt. Bürgermeister A. Stiger in Windisch-Feistritz (Steiermark), welcher die alte Sitte neu belebte, erzählt von der beängstigenden Einwirkung der drückenden Schwüle und völligen Ruhe, die jedem Hagelwetter während einiger Minuten vorausgeht, und versuchte diese Ruhepause, die er als wesentlich für die Hagelbildung erachtete, durch Pulverschüsse zu stören. Als er zum ersten Mal am Fronleichnamstag 1896 dies Verfahren erprobte, schien der Erfolg günstig; die sich heranwälzenden schweren Wetterwolken blieben wie aufgehalten stehen, es fiel nur leichter, kurzer Regen, während im nahen Gebirge ein Wolkenbruch sich entlud, der im Thal Hochwasser verursachte. Obwohl natürlich keineswegs feststand, dafs infolge des Schiefsens der Hagel ausblieb und dafs es auch ohne Schiefsen an jenem Tage gehagelt hätte, setzte Stiger nun die Anwendung des Verfahrens fort und brachte „zur Verstärkung der Schallwirkung“ einen trichterförmigen Aufsatz an, welcher ursprünglich aus einem ausrangierten Lokomotivschornstein bestand, und dessen engeres Ende auf der Mündung des Geschützes befestigt war. Dabei wurde von vornherein die Errichtung einzelner Schiefsstationen ohne Zusammenhang mit anderen für nutzlos erklärt; vielmehr sollte ein gröfserer Landstrich durch entsprechend zahlreiche und gleichmäfsig verteilte, namentlich aber auf hohen Punkten aufgestellte Schiefsapparate verteidigt werden. Auch sollte man nicht erst auf Wolken oder Donner warten, sondern mit dem Schiefsen bereits beginnen, so-

bald auf den Telegraphenämtern die erfahrungsgemäfs vor dem Hagelwetter eintretende elektrische Spannung in der Atmosphäre bemerkt wurde. Bei Befolgung dieser Regeln schwindet nun eigentlich jede Möglichkeit einer Kritik der Schiefswirkung, sofern man nicht die (bisher noch nicht vorhandenen) Ergebnisse langjähriger Beobachtungen zur Verfügung hat. Denn wenn schon lediglich die Wahrnehmung auffälliger luftelektrischer Spannung genügt, um die angebliche Hagelgefahr durch Schiefsen zu bekämpfen, so hat das blofse Ausbleiben von Hagel keine Beweiskraft, und es fehlt jedes Urteil darüber, ob es etwa gehagelt haben würde, wenn man nicht geschossen hätte.

Indessen fand das Hagelschiefsen seit 1896 steigende Verbreitung. Am 6. bis 8. November 1899 hielt man in Casale Monferrato einen mit öffentlichen Schiefsversuchen verbundenen Kongrefs der am Hagelschiefsen Beteiligten ab, am 25. und 26. November 1900 in Padua einen zweiten internationalen Wetterschiefs-Kongrefs, und die hierbei vorgetragenen Berichte lassen erkennen, dafs in Österreich, Ungarn, Frankreich, Spanien, Italien und der Schweiz das Hagelschiefsen viel geübt wird und nach Meinung zahlreicher Beteiligter glänzende Erfolge gewährt. In Italien bestanden 1900 schon über 10 000 Wetterschiefsstationen, in Ungarn 1500, in Frankreich 350, in Spanien und der Schweiz nur vereinzelte Anlagen. Im Bezirk Windisch-Feistritz hatte man auf einer Fläche von 4000 Hektar 40 Schiefsstationen, welche im Jahre 1900 an 29 Gewittertagen zusammen etwa 18 000 Schufs abgaben. Die Kosten betrugen hierbei für ein Hektar etwa je 1,10 M.

Wer nun die Kongrefsberichte mit sachlicher Ruhe liest, kann sich des Eindrucks kaum erwehren, dafs dabei eine gewifse Hurrahstimmung mitgewirkt hat. Denn „Mifserfolge", d. h. Hagelwetter trotz des Schiefsens wurden zwar mehrfach erwähnt, konnten aber die Begeisterung der meisten Kongrefsteilnehmer nicht verringern, sondern in solchen Fällen nahm man an, es sei nicht lange genug, oder aus zu kleinen Geschützen, oder mit zu geringer Ladung geschossen, und das Ausbleiben des gewünschten Erfolges sei ein „zufälliges", nicht etwa durch Wirkungslosigkeit des Schiefsens bedingtes Ereignis gewesen. Es kann natürlich aus den Erfahrungen weniger Jahre noch gar kein sicherer Schlufs gezogen werden, sondern dies wird erst dann zulässig sein, wenn in einem nicht zu kleinen und mit genügend zahlreichen Schiefsapparaten versehenen Bezirk eine längere Beobachtungsreihe die Zahl der Hagelfälle ohne Schiefsen und diejenigen mit Schiefsen erkennen und vergleichen läfst. Darum

ist es zunächst noch gar nicht möglich, die Frage, ob das Hagelschiefsen bisher eine deutlich erkennbare Wirksamkeit gezeigt hat, zu beantworten.

Aber auch die Frage, ob das Schiefsen eine auf bekannte Vorgänge zurückführbare Wirkung haben kann, dürfte nicht ohne Interesse sein. Man wird hier dreierlei Möglichkeiten zu erwägen haben: die Wirkung der beim Abfeuern der Hagelkanonen erzeugten Schallwellen, den Einflufs des emporgetriebenen Rauchringes und die Erzeugung eines aufsteigenden Luftstromes bei jedem Vertikalschufs. Was zunächst die Schallwirkung betrifft, so wäre es ja an sich nicht undenkbar, dafs die Schallschwingungen, welche als Verdichtungs- und Verdünnungswellen durch die Luft ziehen, die kleinen Wassertröpfchen der Wolken gegeneinander bewegen und zum Zusammenfliefsen bringen könnten, wenn nur diese Nebeltröpfchen sehr zahlreich und dicht die Luft erfüllen, und wenn die Schallwellen recht stark sind und erhebliche Bewegung der einzelnen Teilchen erzeugen. In diesem Falle würde die Wolke zu regnen anfangen, und in den Regentropfen fiele das Material herab, welches anderenfalls den Hagel hätte bilden können. Es fehlt aber an beglaubigten Erfahrungen für dergleichen Vorgänge. Denn wenn auch in der Beschreibung von Gefechten mehrfach zu lesen ist, dafs nach starker Kanonade ein vorher sichtbar gewesener Nebel sich zerteilt habe, und wenn man annehmen will, es sei dies durch Herabfallen der zusammengeflossenen Tropfen (nicht durch Verdampfen mit steigender Temperatur) geschehen, so wird andererseits auch berichtet, dafs Regenfälle nach heftigem Feuergefecht aufgehört hätten. Es erscheint aber nicht zulässig, die Entstehung des Regens sowohl wie dessen Aufhören der gleichen Ursache zuzuschreiben. Übrigens hat man an solchen meteorologischen Stationen, die in der Nähe von Schiefsplätzen liegen, keinerlei bestimmte Einwirkung der gedachten Art wahrnehmen können, und ebensowenig zeigte sich bei den grofsen Belagerungsübungen der Festung Strafsburg ein erkennbarer Einflufs des starken Geschützdonners auf die Rheinnebel. Eine andere Möglichkeit, die man gleichfalls erwogen hat, ist die, dafs kleine Wassertropfen, welche in der Höhe unter 0° abgekühlt („überkaltet“) sind, durch die Erschütterung der Schallwellen zum Gefrieren kommen könnten, und dafs sie alsdann nicht mehr zu gröfseren Tropfen zusammenfliefsen und erstarrt als Hagelkörner herabfallen können. Aber ein solcher Vorgang ist recht unwahrscheinlich, denn man hat es im Laboratorium nicht fertig gebracht, überkaltete Wasser-

tröpfchen durch blofse Erschütterung erstarren zu machen. Liefs man solche Tröpfchen, die in geeigneter anderer Flüssigkeit von gleicher Dichte schwammen, unter 0° erkalten, so konnten sie durch keinerlei Erschütterung, vielmehr nur durch Berühren mit Eis zum Gefrieren veranlafst werden. Die Bekämpfung des Hagels durch Geräusch erscheint hiernach nicht verständlich.

Fragen wir alsdann nach der Möglichkeit sonstiger Wirkungsweisen des Hagelschiefsens, so kann die fernere Erörterung sich nur noch auf die neue Schiefsmethode beziehen. Denn der sogleich zu beschreibende Wirbelring findet sich in früheren Angaben nirgends erwähnt und ist offenbar erst bei Anwendung des Stigerschen „Schiefstrichters" zur Beobachtung und Wirkung gekommen. Sofern diese Besonderheit des neuen Verfahrens aber für die Bedeutung des Ganzen wesentlich ist, würde für alles frühere Schiefsen, da es ohne Trichter geschah, nicht die nämliche Erklärung wie für das jetzige gelten. Dies wird nun folgendermafsen beschrieben. Haben die einzelnen Teile zweckmäfsige Gröfse, (aufrechter Böller von etwa 450 mm Höhe, Schiefstrichter von ungefähr 4 m Länge und entsprechender Öffnung, 180 g Pulverladung), so fährt beim Abfeuern aus dem Geschütz ein Wirbelring heraus, an Form und Bewegung den Rauchringen der Cigarrenraucher gleichend, aber mit starkem Sausen und Pfeifen hinaufsteigend. Die Geschwindigkeit beträgt anfangs durchschnittlich 57,6 m in der Sekunde, in einzelnen Fällen auch mehr, nimmt aber sehr rasch ab. Aus der Beobachtung horizontaler Schüsse ergab sich, dafs diese Wirbelringe eine bedeutende mechanische Kraft entwickeln können. Nun weifs man aus anderen Beobachtungen, welche Bedeutung Rauch- oder Staubteilchen für die Bildung von Wassertropfen in dampfhaltiger Luft haben. Während in staubfreier Luft eine Übersättigung mit Dampf ganz leicht bestehen kann, wirken Stäubchen als „Kondensationskerne", d. h. als Ansatzpunkte für die aus Dampf sich bildenden Wassertröpfchen. Und wenn in den Wirbelringen der Stigerschen Hagelkanonen Rauchmassen bis in die Wolken hinaufgeführt werden, so erscheint es denkbar, dafs hierdurch eine starke Tropfenbildung hervorgerufen und die Feuchtigkeit veranlafst wird, als Regen herabzufallen, so dafs für Hagelbildung kein Material übrig bleibt. Aber diese Vermutung ist durchaus an die Bedingung des Eindringens von Wirbelringen in die Wolken gebunden. Und während man früher meinte, die Ringe bis zu 2000 m Höhe emportreiben zu können, haben genauere Messungen gelehrt, dafs meistens 300 m, ausnahmsweise 400 m die gröfste erreichbare Höhe bilden.

Auch wenn man statt der Rauchringe Raketen oder sonstige Explosivkörper, die erst in der Höhe verbrennen und Rauch entwickeln, emporschleudert, ist keine höhere Region erreichbar. Nun wird in Steiermark und auch anderwärts von Einheimischen behauptet, dafs die Hagelwolken nicht über 800 m hoch ziehen; ist dies zutreffend, so würde die Aufstellung der Wetterkanonen auf Hügeln von mindestens 500 m Seehöhe das Eindringen der Wirbelringe in die Wolken ermöglichen. Im Flachlande aber, wo man die Schiefsapparate nicht auf Hügel stellen kann, wäre diese Wirkung ausgeschlossen.

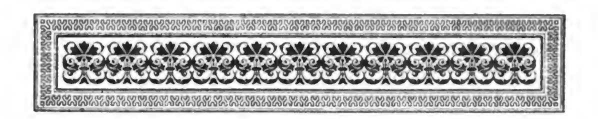
Eine andere Erklärung etwaigen Hagelschutzes durch das Schiefsen knüpft an den aufsteigenden Luftstrom an. Ein solcher ist wahrscheinlich die allerhäufigste, vielleicht die einzige Ursache der Hagelbildung und entsteht durch starke Erhitzung des Bodens und der untersten Luftschichten. Wenn das labile Gleichgewicht, welches solcher Temperaturverteilung entspricht, irgendwo gestört wird, so strömen dort die warmen und darum leichten Luftmassen gewaltsam hinauf; die Druckverminderung beim Aufsteigen erzeugt Ausdehnung, Abkühlung und Kondensation; die entstehenden Wassertropfen werden mit hinaufgerissen und überkaltet, bis sie nach plötzlichem Gefrieren (durch Berührung mit schon erstarrten Eisstückchen) als Hagel herabfallen. Die Gewalt und Gröfse des Vorganges kann gemildert werden, wenn es gelingt, ihn zu verteilen und statt des einen starken Stromes viele schwächere hinaufsteigen zu lassen. Vielleicht können die Wirbelringe der Hagelkanonen die Wirkung erzeugen. Werden an getrennten Stellen viele Schüsse abgefeuert, so dafs das labile Gleichgewicht vielfach zerstört und die Vorbedingungen des Hagels vermieden werden, dann kann hierin ein Hagelschutz gegeben sein. Aber auch in diesem Falle ist es fraglich, ob die Wirbelringe hoch genug emporsteigen, um die geschilderte Wirkung äufsern zu können.

Die Frage, ob das Hagelschiefsen den behaupteten Schutz gewähren kann, ist nach dem Vorstehenden dahin zu beantworten, dafs wir eine Wirkung der Schallwellen nicht zu verstehen vermögen, wohl aber eine solche der Wirbelringe. Denn diese können unter günstigen Umständen in die Wolken eindringen und, indem die Rauchteilchen als Kondensationskerne dienen, unschädlichen Regen statt des Hagels erzeugen. Oder es können auch die Wirbelringe zum Entstehen ebenso vieler schwächerer aufsteigender Ströme führen und dadurch hindern, dafs ein einziger solcher Strom von grofser Stärke entsteht und Hagel erzeugt.

Die wichtigere Frage aber, ob das Hagelschiefsen den behaupteten Schutz denn nun thatsächlich gewährt, kann natürlich nur aus der Erfahrung beantwortet werden. Und da mufs man es als überaus dankenswert bezeichnen, dafs die k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien für die nächsten Jahre eine sorgfältige Untersuchung über diesen Gegenstand in Aussicht gestellt hat. In Steiermark, Kärnten und Krain sowie demnächst auch in Niederösterreich wird man ein engmaschiges Netz von Gewitterbeobachtungsstationen (je eine auf 10 Quadratkilometer) einrichten und durch Einzeichnen der Beobachtungen in Karten die Zugrichtung der Gewitter sowohl wie auch der Hagelstriche feststellen, um zu entscheiden, ob in den durch Hagelschiefsen verteidigten Gegenden in der That eine Wirksamkeit der Wetterkanonen erkennbar ist.

Die Deutsche Meteorologische Gesellschaft hat die Frage des Hagelschiefsens für wichtig genug erachtet, um gelegentlich ihrer zu Stuttgart in den ersten Apriltagen d. J. abgehaltenen 9. allgemeinen Versammlung eine ausführliche Besprechung samt Vorführung von Schiefsversuchen zu veranstalten. In den vorstehenden Darlegungen ist das Ergebnis der Stuttgarter Besprechung zusammengestellt.





An den Grenzen des Lebens.

Von K. **Marcinowski** in Berlin.

(Schlufs.)

Das Leben in den Polargebieten.

Eigenartige Anpassungen verschiedener Art finden wir auch in jenen unwirtlichen Gebieten der Erde, wo riesige Eis- und Schneemassen den Boden bedecken, und wo die während weniger Monate Tag und Nacht ununterbrochen scheinende Sonne die Oberfläche nur bis zur Tiefe von etwa 1 m aufzutauen vermag, während in gröfseren Tiefen der Erdboden auch während der warmen Jahreszeit vollständig gefroren ist. Ungünstig genug liegen auch hier die Verhältnisse für die von Licht und Wärme in so hohem Mafse abhängige Welt der Organismen. Nur die diesen Verhältnissen am besten Angepafsten vermögen sich zu erhalten.

Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt in diesen Gegenden — 15° Celsius, die Temperatur des Sommers steigt in ihrer Durchschnittshöhe jedoch auf + 1° C. Eintönig und öde wie die Landschaft der Polargegenden selbst, die sich hauptsächlich aus nackten, oft auch mit Flechten bekleideten Felsen, aus welligen, mit Moos und niederem Gestrüpp bewachsenen Ebenen, aus über weite Strecken hin ausgedehnten Morästen und Sümpfen zusammensetzt, ist auch die Tier- und Pflanzenwelt, die sie birgt.

Was letztere anlangt, so sind ihre Hauptvertreter die schon erwähnten Flechten und Moose, die einen die schroffen Felsen Islands und Nordamerikas bekleidend, die anderen in der Ebene wuchernd und sich meist bis in das als Sibirien bekannte Gebiet der Tundra erstreckend. Beide sind den Verhältnissen, unter denen sie leben, vorzüglich angepasst.

Die isländische Flechte, fälschlich oft auch isländisches Moos genannt, ist durch ihre harte, lederartige Beschaffenheit äufserst widerstandsfähig geworden. Das Interessanteste an der Flechte ist ihr anatomischer Bau, der erst durch mikroskopische Untersuchungen enthüllt

wurde. Die Flechte zeigt den gleichen Bau wie ein Pilz. Sie besteht wie er aus länglichen, fadenartigen Schlauchzellen. Zwischen diesen Fäden liegen nun aber noch kleine runde Körperchen eingebettet, die mit Chlorophyllkörnchen angefüllt sind und sich bei näherer Untersuchung als Luftalgen zu erkennen geben. Wie kommen nun aber zwei so verschiedene organische Gebilde in so engen Zusammenhang miteinander? Es ist undenkbar, dafs sie von jeher miteinander lebten; ihre Vereinigung kann erst nach Anfang ihrer selbständigen Einzelexistenz begonnen haben, da wir sowohl Pilze als Alge einzeln, jeden für sich vorkommend finden. Jedenfalls werden sich ursprünglich einmal Algen im Pilzgewebe angesiedelt haben. Sie fanden dort Lebensbedingungen vor, die ihnen zusagten, und da andererseits der Pilz durch die Lebensprozesse der Alge nicht nur nicht benachteiligt, sondern sogar begünstigt wurde, so waren die nötigen Vorbedingungen zum Zustandekommen einer sogenannten Symbiose gegeben. Man versteht darunter ein auf wechselseitigem Nutzen beruhendes Zusammenleben. Der Nutzen, den in diesem Falle die eine Pflanze aus der anderen zieht, liegt wohl jedenfalls darin, dafs die Alge durch den bei der Assimilation freiwerdenden Sauerstoff die Atmung des Pilzes unterstützt, während der von diesem ausgeschiedene Kohlenstoff der Alge wieder zu gute kommt; ferner darin, dafs der Pilz durch die Alge organische Substanz zu seiner Ernährung erhält, dafs er dagegen die Alge mit Feuchtigkeit versorgt. Der ursprünglich zufälligen Vereinigung folgt gegenseitige Anpassung, und schliefslich kann eine solche Gemeinschaft zum Lebensbedürfnis, zur Existenzbedingung werden.

Neben der isländischen Flechte ist derjenige Vertreter des Pflanzenreiches, der die gröfste Verbreitung besitzt: das Moos, vor allem das Torfmoos, Polytrichus communis. Es ist auch in Deutschland häufig, gedeiht nur an sehr feuchten Orten und zeichnet sich durch seine zarte grüne Farbe aus. Sobald es trocken wird, verliert es die schöne Färbung; es wird weifs, häufig, nachdem es vorher vorübergehend einen rosa Ton annahm. Ebenso wichtig wie dies Moos ist das Haarmoos. Auch dieses ist bei uns heimisch. Es ist tief dunkelgrün und kommt im allgemeinen häufiger an trockenen Standorten vor.

So wie man nun in der ganzen Tieftundra zwischen dem trockenen Hügelland und den Morästen unterscheiden kann, so teilt sie sich auch in die Regionen des Torfmooses und des Haarmooses. Auf den Ebenen gedeiht das letztere, in den Sümpfen breitet sich das Torfmoos aus und saugt sich so voll Wasser, dafs es einem nassen Schwamme gleicht.

Die Fähigkeit des Torfmooses, eine weit gröfsere Menge Wasser in sich aufzunehmen als alle anderen Moose, rührt von kleinen Spalten her, die die einzelnen Zellen, die eine mit der anderen verbindend, durchziehen, und eine Durchsetzung der ganzen Pflanze mit dem Element, das zu ihrer Erhaltung so dringend nötig ist, gestatten. Das Moos ist also im stande, eine grofse Menge Wasser zum eigenen Bedarf für etwa eintretende Zeiten der Trockenheit aufzuspeichern.

Dafs die Kryptogamen, also die niedersten Pflanzen, die Vertreter der polaren Flora sind, kann uns nicht wunder nehmen, denn je einfacher ein Organismus ist, desto gröfser ist auch seine Widerstandsfähigkeit gegen veränderte Lebensbedingungen. Je weniger ein Wesen bereits ganz speziellen Verhältnissen angepafst ist, je geringer die Differenzierung seiner Organe im Dienste dieser Anpassung vorgeschritten ist, umsomehr ist es geeignet, unter den verschiedenartigsten Bedingungen zu existieren. Beim Torfmoos kann wohl dieselbe Pflanze ebensogut in deutschen Wäldern als auf den Mooren der Tundra gedeihen; die hoch organisierte Blütenpflanze dagegen mufs erst bedeutende Modifikationen eingehen, wenn sie den Existenzbedingungen der Polarregion gewachsen sein soll. Dafs dort überhaupt Blütenpflanzen gedeihen können, hat seinen Grund in der Verbrennungswärme der in Vertorfung begriffenen Pflanzenreste an der Erdoberfläche. Sie entsteht dadurch, dafs die verwesenden Pflanzenteile sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden. Das Produkt dieser Verbrennung ist Kohlensäure und Wasser. Diese kommen den auf den vertorfenden Strecken gedeihenden Pflanzen zu gute, indem sie als Nahrung aufgenommen werden.

Der allgemeine Habitus der Pflanzen ist nun am ehesten dem der Alpenpflanzen zu vergleichen; nur sind die Pflanzen noch etwas kleiner, die Blumenkronen noch farbenprächtiger und gröfser.

Die Hauptvertreter der Blütenpflanzen sind die Steinbrech-, Primel-, Nelken- und Mohngewächse. Sie sind im ganzen den bei uns vorkommenden Arten verwandt, nur in einzelnen charakteristischen Zügen, die ein gemeinsames Kennzeichen aller polaren Blütenpflanzen bilden, sind sie von ihnen unterschieden: Die Wurzeln verlaufen dicht an der Oberfläche, dringen niemals tief in die Erde ein; die Blätter sind rosettenartig angeordnet und liegen dem Boden dicht auf; die Stengel sind kurz, zum Teil kriechend, die Blüten grofs und augenfällig. Alle diese Eigentümlichkeiten sind für die Pflanzen von gröfster Bedeutung; denn erst durch sie wird ihnen eine Existenz ermöglicht. Würden die Wurzeln tiefer in den Erdboden eindringen, so

würden sie erfrieren; denn wie wir wissen, beginnt bei 1 m Tiefe schon wieder die Eisschicht. Die aufserordentlich zarten Blattorgane würden bei einer mehr der Luftströmung ausgesetzten Stellung empfindlicher unter der Abkühlung leiden, als direkt auf dem von der Sonne erwärmten Boden. Die rosettenförmige Ausbreitung ist die zweckmäfsigste Anordnung, wenn es darauf ankommt, für die Licht- und Wärmeaufnahme eine möglichst grofse Fläche zu schaffen. Der Stengel ist ebenfalls sehr empfindlich gegen die Kälte; er darf daher nicht hoch vom Erdboden aufragen, sondern mufs kurz sein und ihm möglichst dicht anliegen. Die Farbenpracht und Gröfse der Blüte haben wir schliefslich einesteils den ganz aufsergewöhnlichen Lichteffekten der im Sommer nie untergehenden Sonne, zum gröfseren Teil der Anpassung an den Insektenbesuch zuzuschreiben. Die Pflanzen sind ihrer Befruchtung wegen von den Insekten abhängig und müssen, da letztere an Zahl sehr gering sind, alle Mittel, mit deren Hilfe Blumen sich den Tieren schon aus der Entfernung in auffälliger Weise bemerkbar zu machen pflegen, in besonders hohem Grade entfalten. Das Beispiel zweier Epilobiumarten (Weidenröschen) kann dies deutlich machen. Epilobium latifolium ist wie alle Polarpflanzen sehr klein und erhebt sich nur wenig über den Boden, während E. angustifolium eine bei uns heimische stattliche Pflanze von über 1 m Höhe ist. Und doch, obgleich man nach diesen Gröfsenverhältnissen eigentlich das Gegenteil erwarten sollte, übertrifft die Blüte des Polarpflänzchens die von E. angustifolium ganz bedeutend an Gröfse.

Unter den Bäumen sind es nur wenige Arten, die sich in dem kalten stürmischen Klima der polaren Gegenden zu erhalten vermögen. Am weitesten nordwärts ausgebreitet ist die auch bei uns heimische Birke, doch in die eigentlichen Circumpolargebiete reicht auch sie nicht mehr hinein. Hier finden wir die Zwergbirke und die merkwürdige Zwergweide, die nur kurze Ästchen entwickelt, welche je zwei Blätter und in deren Mitte ein Kätzchen tragen. Äufserst schnell gelangen alle Pflanzen zur Entwickelung, alle Früchte zur Reife; denn auf wenige Monate ist die Zeit ihrer Arbeit, ihres Lebens zusammengedrängt, und wenn sie sich und ihre Art erhalten wollen, so mufs in dieser kurzen Zeit ihr ganzes Wachstum vollendet sein. Als echte Charakterpflanzen der Polarzone sind noch Gräser, und zwar die sogenannten Halbgräser zu erwähnen; besonders häufig tritt das Wollgras auf, dessen weiche, weifse Federköpfchen wir ja von unseren feuchten Wiesen her kennen. Das Wollgras der Tundra hat nun bunte Köpfchen, und dies gereicht ihr begreiflicherweise zur nicht geringen Zierde.

Bezüglich der Fauna können wir die Polarzone als die Gegend der Pelztiere, Seesäugetiere und Schwimmvögel charakterisieren. Alle diese Tiere besitzen in ihrer äufseren Körperbedeckung einen wirksamen Wärmeschutz. Betrachten wir zuerst die Landtiere, so ist das auffälligste Merkmal die bei fast allen vorhandene weifse Farbe. Sie ist in doppelter Hinsicht von Nutzen. Dadurch, dafs die Tiere die Farben ihrer Heimat tragen, sind sie natürlich auf der gleichförmig weifsen Fläche nur sehr schwer zu erkennen. Wir sind dieser Art der Schutzanpassung, deren Prinzip das Sichunsichtbarmachen ist, ja schon mehrfach begegnet. In noch höherer Vollendung als bei den Tieren, die das ganze Jahr über einen gleichfarbig weifsen Pelz tragen, wie der Eisbär, findet sich die Schutzfärbung beim Blaufuchs durchgeführt, der ein bläulich-graues Sommerfell und ein weifses Winterfell besitzt. Diesen Farbenwechsel mit der Jahreszeit, also ein besonderes Sommer- und Winterkleid, finden wir auch beim Schneehasen, beim Schneehuhn und der Schneeeule. Das weifse Fell ist nun aber durchaus nicht nur eine Schutzanpassung im oben erwähnten Sinne, es stellt durch seine Färbung auch einen besondern Wärmeschutz dar. Ein dunkles Fell würde durch seine erheblichere Wärmestrahlung dem Körper eine grofse Wärmemenge entziehen. Wir haben in diesem wie in vielen anderen Fällen Gelegenheit, zu beobachten, wie die Natur durch ein und dieselbe Einrichtung gleichzeitig verschiedenen Bedürfnissen nachkommt. Ein Wesen der Polarregion ist übrigens bekannt, das den Verhältnissen merkwürdig schlecht angepafst ist; es ist der Moschusochs, ein Tier von der Gröfse eines mittelgrofsen Hundes. Er besitzt ein ganz schwarzes Fell; auf den weiten, weifsen Flächen weithin sichtbar, ist er aufserordentlich vielen Gefahren ausgesetzt und wohl infolgedessen im Absterben begriffen. Ein anderes Tier, das ebenfalls dunkele Färbung besitzt, die ihm aber wegen seiner geringen Körpergröfse nicht so verhängnisvoll wird, ist der Lemming. Er ist eine Wühlmaus, etwas gröfser als eine Feldmaus, lebt im Sommer in unterirdischen Höhlen und baut sich im Winter ein Nest im Schnee. Sein massenhaftes Vorkommen stempelt ihn zu einem der wichtigsten Tundratiere; überall finden wir seine Spuren, schmal ausgetretene Pfade, auf denen man ihn selbst häufig sehen kann. Zu Zeiten nun, wahrscheinlich infolge einer Hungersnot, die durch ungünstige Witterung oder übergrofse Vermehrung herbeigeführt wurde, führen die Lemminge gemeinsam grofse Wanderungen aus. Scharen von vielen Tausenden kann man begegnen, die ohne Rücksicht auf irgend ein Hindernis, sei es

Berg, sei es Wasser, rastlos vorwärtsstürmen. Solche Wanderungen sind auch für andere Polartiere bekannt, so z. B. für das Ren. Neben ihm sei noch der Eskimohund als ein dem hohen Norden eigentümliches Tier erwähnt.

Bei den Landsäugetieren sahen wir das Fell die Rolle des Wärmeschutzes übernehmen; bei den Wassersäugern dagegen, denen ein vom Wasser durchtränktes Fell absolut nichts nützen könnte, mufs dasselbe Ziel auf anderem Wege erreicht werden, und dies geschieht durch eine dicke Fettschicht, die den ganzen Körper jener Tiere, der Robben, Seehunde, Walrosse, Wale und Delphine umkleidet. Fett ist nun aber bekanntlich ein schlechter Wärmeleiter und verhindert die Wärmeausstrahlung in das Wasser. Denselben Wärmeschutz finden wir auch bei den Fischen wieder; sie haben alle einen erstaunlich hohen Fettgehalt. Nun spielen aber gerade durch diese enorme Fettproduktion die polaren Meerestiere für das ganze Polarleben eine äufserst wichtige Rolle. Das Fett stellt nämlich denjenigen Bestandteil der tierischen Nahrung dar, welcher durch und bei seiner Oxydation im Körper die meiste Wärme liefert. (Das Endprodukt dieses Verbrennungsprozesses ist der Kohlenstoff, welchen der Körper durch die Atmung wieder abgiebt, wovon dieser Teil des Stoffwechsels die Bezeichnung des „respiratorischen" erhalten hat.) So wird es erklärlich, warum das wärmespendende Fett im Polarleben eine so wichtige Rolle als Nahrungsmittel spielt und alle Landtiere an die Nähe des Meeres fesselt, welches die Fettproduktion für die Landtiere übernommen hat, und so zu einer der wichtigsten Quellen polaren Lebens wird.

Den Schutz, den die Vögel gegen die Kälte aufzuweisen haben, bilden die weichen, unter den Konturfedern liegenden Daunenfedern, die bei den Polarvögeln besonders stark entwickelt sind. Der Wärmeschutz besteht natürlich hier ebensowenig wie bei den Pelztieren in der Körperbedeckung selbst, sondern in der unter ihr eingeschlossenen Luftschicht, die eine Art Isolierschicht um den Körper bildet. Die Befiederung der Vögel steht zum Klima in ganz bestimmtem Verhältnis. In der Äquatorialzone ist sie aufserordentlich leicht und dünn, nimmt aber im selben Mafse, als die Vögel weiter nördlich leben oder überwiegend ein Wasserleben führen, an Dicke zu, bis sie schliefslich bei einem Polarvogel, der Eiderente, ihre gröfste Vollkommenheit erreicht. Bei den Polarvögeln haben wir zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: die Flieger und die Taucher. Die ersteren werden durch Möven und Sturmschwalben, die letzeren durch Eiderente, Alke und Lummen vertreten.

An den letzteren tritt die Anpassung an die polaren Verhältnisse am deutlichsten zu Tage. Aufser den Daunen dient noch eine Fettschicht als schlechter Wärmeleiter. Die helle Färbung der Brustseite verhindert eine zu starke Wärmeausstrahlung nach dem Wasser zu, während die dunklen Rückenfedern als gute Wärmeleiter dem Tier beim Sonnenschein Wärme zuführen. Die helle Unterseite hat für die Taucher auch den Vorzug, dafs die Vögel, über dem Wasser fliegend, gegen den hellen Himmel nur schwer erkennbar, von ihrer Beute, den Seefischen, nicht so leicht bemerkt werden, während andererseits z. B. der mit braunen wundervoll gezeichneten Federn bedeckte Rücken des Eiderentenweibchens vorzüglich geeignet ist, das brütende Tier auch dem geübtesten Auge inmitten des Tangs, in dem es sein Nest gebaut hat, zu verbergen. Echte Charaktertiere der Polarlandschaft sind die Polarvögel, besonders anziehend zur Brutzeit, wo sie bisweilen zu Millionen einen steilen Felsen im Meere bewohnen, auf dem sie Nistplätze angelegt haben.

Aus der Fauna der Polarwelt sind nun schliefslich noch die zum Teil mikroskopisch kleinen Tiere der Meeresoberfläche zu nennen. Diatomeen, Spaltalgen, schneckenartige Tiere wie der Seeschmetterling und ähnliche tief organisierte Formen haben hier in der eisigen Kälte des Meeres den Kampf ums Dasein aufgenommen, bedroht von der riesigen Anzahl der Polarfische und Seesäugetiere, von denen ihnen besonders der Wal verhängnisvoll wird. Seine Nahrung besteht ausschliefslich aus solchen kleinen Tieren, deren er sich bemächtigt, indem er sie sich, mit aufgesperrtem Maule schwimmend, einfach in den Rachen hineintreiben läfst. Dafs dies nun aber überhaupt möglich ist, dafs die polaren Meere eine solch ungeheure Menge dieser kleinen Wesen bergen, wie sie zur Ernährung der Wale notwendig ist, ist ein Beweis dafür, dafs sich auch diese kleinen Tiere in ganz hervorragender Weise den ungünstigen Verhältnissen angepafst haben. Eine ganz vollendete Kälteanpassung zeigt auch eine andere Gruppe von Lebewesen, die so ausgesprochen charakteristisch für die Polargegend ist, dafs sie unbedingt hier noch erwähnt werden mufs. Es sind die Volvocineen, der sogenannte „rote Schnee", der aus unzähligen Massen winzig kleiner niederster Tierchen gebildet wird. Die ganze Fläche, die sie bedecken, ist durch sie rot gefärbt; der Karmoisinfelsen in der Baffinsbai hat nach ihnen seinen Namen erhalten. Diese mikroskopisch kleinen Tiere, die übrigens auch in den Alpen vorkommen, können monatelang im Eis einfrieren, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüfsen.

Dafs wir es auch bei den Polartieren und -Pflanzen mit Abänderungen früher andersartiger Organismen zu thun haben, beweist die Palaeophytologie. Fossile Pflanzen, in tertiären Ablagerungen der Nordpolargegend gefunden, thun dar, dafs zu jener Zeit dort noch Myrte, Lorbeer und Baumfarne sich ausbreiteten, wo heute aufser Flechten und Moosen nur mühsam noch einige Blütenpflanzen ihr Dasein fristen. Die Entstehung des Nordpolargebiets liegt jedenfalls also zeitlich noch hinter dem Tertiär. In relativ junger Zeit können also erst die jetzt dort obwaltenden Verhältnisse und mit ihnen die diesem Gebiete eigentümlichen Formen der Lebewesen entstanden sein. Zur Eiszeit hat dann das nördliche Polargebiet eine aufserordentliche Ausdehnung angenommen: es reichte bis an die Alpen heran. Natürlich fand damals eine Ausbreitung der gleichen Formen über das ganze Gebiet statt: die Alpen- und Polarpflanzen und -Tiere haben also gleiche Abstammung. Kein Wunder, dafs wir daher auch jetzt noch in der Flora und Fauna dieser beiden Gebiete die merkwürdigsten Übereinstimmungen finden.

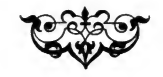
Wenn wir nun im Rückblick auf die Formen, die uns auf unserer Wanderung an den Grenzen des Lebens entgegengetreten sind, die Frage stellen, ob die dabei zu Tage getretenen Thatsachen geeignet sind, Licht auf die Art und Weise der Neuentstehung von Arten zu werfen, so können wir diese Frage wohl, wenn auch mit einiger Vorsicht, bejahen. Zum grofsen Teil liegt ja die Beantwortung der Frage schon in der ganzen vorangegangenen Behandlung des Stoffes selbst. Die Lebewesen besitzen die Eigenschaft der Variabilität; ständig entstehen die verschiedenartigsten Abweichungen vom Typus. Nun treten veränderte äufsere Lebensbedingungen ein, wie das im Laufe der Erdgeschichte ja fortwährend geschehen ist und auch heute noch geschieht, Veränderungen, die so langsam vor sich gehen, auf scheinbar so geringfügigen Erscheinungen beruhen, dafs wir sie kaum wahrnehmen, und die doch in Jahrtausende langer Wirkung alle Teile der Erdoberfläche ständig umgestalten, immer wieder neue Lebensbedingungen für die Organismen schaffen. Während sich nun der Umschwung allmählich vollzieht, werden gewisse Variationen, die bislang bedeutungslos waren, den Tieren von Nutzen. Der Kampf ums Dasein führt dazu, dafs die am besten angepafsten Formen durch natürliche Zuchtwahl erhalten werden. Ist dem denn wirklich so? Ich möchte dem Darwinschen Gedankengang hier die Wagnersche Migrationstheorie als notwendige Ergänzung zur Seite stellen. Die Migrationstheorie, richtiger Separationstheorie behauptet, dafs durch natür-

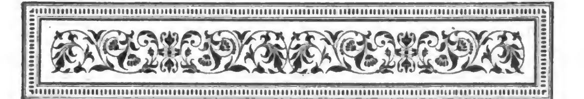
liche Zuchtwahl im Daseinskampfe allein niemals eine weitgehende Formveränderung entstehen kann; jede kleinste Abweichung vom Typus werde durch die freie Kreuzung sofort wieder wett gemacht Eine räumliche Absonderung der Organismen, also eine Hinderung der freien Kreuzung sei notwendig, wenn sich eine Abweichung von einer vorhandenen Form erhalten resp. weiterbilden soll. Wenn nun, wie Wagner feststellte, schon ein Flufs, ein Höhenzug oft eine so vollständige Abgrenzung der Organismen voneinander ermöglicht, wie sie für die Neuentstehung einer Art notwendig ist, so werden wir wohl mit einigem Recht annehmen dürfen, dafs für die Entstehung der hier betrachteten Anpassungen dieselbe Erklärung herangezogen werden kann; denn gerade hier sind die Bedingungen für eine räumliche Sonderung besonders günstig. Die ersten Einwanderer in eine Höhle, Tiere, die sich durch Zufall in sie hinein verirrten und den Ausweg nicht wiederfinden konnten, sind hier von ihren Verwandten räumlich getrennt. Etwaige Besonderheiten in ihrer Organisation können sich aber auch auf die Nachkommen vererben. Besteht diese Zuzucht genügend lange Zeit hindurch, so ist die Varietät fixiert, und neu hinzukommende Elemente vom ursprünglichen Typus werden, da sie in der Minderzahl sind — die Einwanderung ist natürlich nur als eine sehr allmähliche zu denken —, von dem neuen Typus assimiliert. Natürlich darf diese Erklärung nicht für alle bei Höhlentieren beobachteten Organisationsverhältnisse herangezogen werden. Degenerationserscheinungen, die schliefslich erblich werden, wie das Verkümmern der Sehorgane, erfordern für ihr Zustandekommen weder Zuchtwahl, noch Separation; sie sind einfach Folge des Nichtgebrauches.

Auch auf die Entstehung der Tiefseefauna lässt sich die Wagnersche Erklärung anwenden. Man braucht nur an die Bergkrankheit, an die krankhaften Erscheinungen, die Luftschiffahrer in höheren Luftschichten an sich beobachten können, zu denken, um sich klar zu machen, welche Folgen selbst geringe Druckdifferenzen des umgebenden Mediums auf den Organismus haben, dafs also so bedeutende Druckunterschiede, wie sie zwischen Tiefsee und Meeresoberfläche bestehen, dem Verkehr der Bewohner beider Gebiete eine ganz unüberschreitbare Grenze setzen müssen.

Hinsichtlich der Polargebiete kann man nun freilich von einer so strengen Absonderung nicht sprechen. Damit stimmt aber auch gut überein, dafs hier die Abweichung von den ursprünglichen Formen durchaus nicht soweit fortgeschritten ist als in den beiden ersterwähnten Fällen.

Es kann natürlich nicht im Rahmen dieser Betrachtungen liegen, die Anpassungen der Höhlen-, Tiefsee- und Polarorganismen eingehender unter Zuhilfenahme der Wagnerschen Theorie zu beleuchten. Ich wollte nur darauf hingewiesen haben, dafs sie jedenfalls zur Erklärung der betrachteten Thatsachen am geeignetsten scheint. So interessant derartige Erklärungsversuche für die Art und Weise der Neuentwickelung von Arten aber auch sein, so verlockend und wahrscheinlich sie auch klingen mögen, wir dürfen nie vergessen, dafs wir es hier nur mit Hypothesen zu thun haben; um erwiesene Thatsachen handelt es sich hier nicht. Was nun die Wanderungen an den Grenzen des Lebens Wesentliches und Wertvolles zu geben im stande sind, ist nicht die Antwort auf die Frage, wie neue Arten entstehen, sondern ob sie entstehen, und letztere Frage können wir mit aller Entschiedenheit bejahen. Die lebendige Substanz ist nicht festgeschmiedet in unveränderlich gleiche Formen, sondern einem ewigen Wechsel und Wandel unterworfen.





Die Taifune in den ostasiatischen Gewässern.

(Nach Doberck: The law of storms in the eastern seas.)

Von Korvetten-Kapitän **Jachmann** in Berlin.

Die Taifune scheinen aus flachen, muldenförmigen Depressionen, welche zuweilen quer über den Philippinen und der Chinasee liegen, zu entstehen. Gewöhnlich liegen diese Depressionen nur über der See und erstrecken sich zeitweilig bis weit in den Stillen Ocean hinein. Sie werden im Süden und Osten von dem hohen Luftdruckgebiet im nördlichen Stillen Ocean und über Australien begrenzt. Im Sommer beginnen diese Depressionen mit steigendem Barometer im Innern von China und Japan, im Herbst hingegen scheint der Luftdruck langsam nahe dem Äquator zuzunehmen, und die Südwestwinde dehnen sich dann langsam über die Chinasee aus. Es ist ziemlich schwer zu entscheiden, ob eine Depression, deren Vorhandensein festgestellt worden ist, ein Taifun oder nur eine weniger bedeutende Cyklone ist. Folgende Anzeichen deuten jedoch mit Sicherheit auf einen Taifun, da kleinere Depressionen weniger ausgeprägte Merkmale haben: Die frühesten Zeichen für einen Taifun sind Cirruswolken, welche feinen Haaren, Federn oder feinen, weifsen Wollebüscheln gleichen, von Osten oder ungefähr aus dieser Himmelsrichtung kommen und nach Norden ziehen. Dazu kommen ein langsames Steigen des Barometers, klares und trockenes, heifses Wetter, Windstille oder sehr schwache Winde. Steigen die Cirruswolken von Westen auf, so hat man es mit keinem Taifun zu thun, kommen sie von Süden her, so kann mehr als 600 Meilen südlich — die englische Meile = 1,61 Kilometer gerechnet — ein Taifun sein. Das schöne Wetter, dessen Ursache der in grofser Entfernung befindliche Taifun ist, dauert tagelang; es trägt dazu bei, auf den Schiffen oft ein falsches Sicherheitsgefühl zu erregen. Die Cirruswolken, welche oft wunderliche Formen annehmen, erscheinen innerhalb 1500 Meilen Entfernung von dem Taifuncentrum. Höfe um Sonne und Mond,

Meerleuchten und herrliche Sonnenuntergänge mit starker Abendröte werden häufig dann vor Taifunen beobachtet.

Gewöhnlich gehen die Cirruswolken von der Richtung aus, in der sich das Taifuncentrum befindet. Eine zunehmende Dünung wird 300—600 Meilen oder noch weiter vom Centrum beobachtet, doch wird sie von der Lage des zunächst liegenden Landes und besonders davon beeinflufst, ob sich zwischen dem Beobachter und dem Taifuncentrum Land befindet oder nicht. Die Dünung wird von den schweren Seen verursacht, welche den Taifun begleiten und die Hauptgefahr für die Schiffe sind, welche der Windstärke allein gewöhnlich wohl stand zu halten vermögen würden. Da die Geschwindigkeit der Wellen viel gröfser ist als die des Taifuncentrums, so leistet die Dünung oft grofse Hilfe bei der Ermittelung eines Taifuns, jedoch genügt sie nicht allein zur Ermittelung der Lage des Centrums. In einer Entfernung von ca. 600 Meilen vom Centrum ist der Himmel oft halb von Cumulus bedeckt, über welchen Cirrocumulus- und hohe schwache Cirrostratus-Wolken sichtbar werden. Kommt das Centrum näher als 500 Meilen heran, so wächst die Bewölkung, und das Barometer beginnt langsam zu fallen, selten mehr als 2,5 mm in 24 Stunden.

Die Luft wird dann drückend, ein dünner Nebel macht sich in den Morgenstunden bemerkbar, der Himmel bekommt ein drohendes, dunstiges Aussehen. Bei hoher Nachttemperatur ist das Wetter sehr ungesund; Gewürm aller Art, Schlangen, Spinnen, Käfer und Fliegen sind fortgesetzt in Thätigkeit. Ca. 200 Meilen vom Centrum entfernt fällt die Temperatur schnell, weil der Himmel nunmehr von schweren Cumuluswolken ganz bedeckt ist. Bisweilen wird dann auf der Seite vor dem Centrum die Luft abnorm trocken, und der Himmel bekommt gleichzeitig ein schwarzes und drohendes Aussehen. Auch der Wind ist stärker geworden, er weht gewöhnlich mit der Stärke einer kräftigen Brise, welche in den Böen bis zur mäfsigen Sturmstärke anschwillt. Im rechten Halbkreis vom Centrum ist der Wind gewöhnlich am stärksten und der Seegang ungemein hoch. 200 Meilen im Norden und 150 Meilen vor und im Süden des Centrums beginnt heftiger Regen zu fallen, und in 60—150 Meilen Entfernung vom Centrum fällt der Regen in Strömen.

In Hongkong wurde die Temperatur oft nahe dem Centrum auf 25—26° Cels. beobachtet, in der Chinasee 24° und auf den Schiffen in einzelnen Fällen 28° Cels.

Aus den Ablesungen des Barometers lassen sich keine sicheren



Schlüsse auf die Entfernung des Centrums ziehen. Die Ablesungen differieren in den während desselben Monats anlaufenden Taifunen und sind in den verschiedenen Monaten ebenfalls verschieden, was in der jährlichen Veränderung des mittleren monatlichen Luftdrucks seinen Grund hat. Im Mittelpunkt von mehreren Taifunen wurden in Hongkong folgende Werte festgestellt:

In 40	Meilen	Entfernung	744,2 mm.
In 100	„	„	746,7 „
In 200	„	„	749,3 „

Die Stärke des Windes richtet sich nach der Ausdehnung des Taifuns. Als Mittelwerte hat man erhalten:

Orkanstärke (12)	in	35	Meilen	Entfernung	vom	Centrum
Sturmstärke (8)	„	145	„	„	„	„
Starke Brise (5)	„	250	„	„	„	„

Zwei bis fünfzehn Meilen vom Centrum tritt Windstille oder doch nahezu Windstille ein. Der Himmel klärt sich gewöhnlich mehr oder weniger im Zenith auf; er ist dort nur noch von leichten Wolken oder Dunst bedeckt, durch welche die Sonne oder Sterne sichtbar werden. Es ist dies das, was von den Seeleuten und in den meteorologischen Lehrbüchern sowie in den Sturmbeschreibungen „das Auge des Sturms oder des Taifuns“ genannt wird. Die See scheint dann wie in einem Kessel zu kochen, ihre Oberfläche ist mit Schaum bedeckt, sie ist haushoch und wild durcheinander, und eine Menge Luft, welche von den Wellen aufgenommen wurde, entweicht nun unter dem geringeren Druck in das „Auge des Taifuns“ hinein. Auf dem chinesischen Festlande ist letzteres niemals gesehen worden. Das Stillencentrum, um welches der Wind kreist, fällt nicht immer genau mit dem niedrigsten Luftdruck, dem Centrum der Isobaren, zusammen. Der Durchmesser desselben ist in einer niedrigen Breite im Sommer ca. 4 Meilen breit, nördlicher jedoch und später im Jahr erreicht derselbe 40—50 Meilen. Im Stillencentrum hört der Regen gewöhnlich auf, und nur in einzelnen Fällen wurden wolkenbruchartige Regen beobachtet. Nimmt der Wind in einem Taifun an Stärke zu, so geschieht dies stofsweise, und das Barometer steigt dabei.

Hat der Wind die Stärke 11 erreicht, so stellen sich heftige Böen ein, deren Dauer oft 10 Minuten beträgt, während das Barometer in Schwankungen von ca. 2,5 mm auf- und abgeht. Die Quecksilbersäule steigt oft sprungweise. Dreht sich der Wind in einer Bö, so fällt es und steigt wieder plötzlich, wenn der Wind in nahezu die alte

Richtung zurückdreht. Während dieser Böen fällt in wenigen Minuten eine enorme Menge Regen, und die Temperatur fällt und steigt um den Bruchteil eines Grades und mehr. Ist das Centrum sehr nahe herangerückt, so wird dies durch eine mächtige Bö angezeigt, in der die Richtung des Windes sich beträchtlich ändert, und das Barometer zu steigen beginnt. — Die Einbiegung des Windes in einen Taifun hängt von dem Monsun ab. In den heifsen Monaten — Mai bis August — ist der Richtungsunterschied zwischen dem Wind — der Richtung, aus welcher er kommt — und der Lage des Centrums an der Vorderseite desselben 11 Strich, im Quadranten rechter Hand $10\,^1/_2$, an der Rückseite des Centrums 12 und im Quadranten linker Hand $11\,^1/_2$ Strich, im September, Oktober und November nur wenig abweichend. Der Monsun bläst in das Centrum hinein und vereinigt sich mit den cyklonischen Winden. Ferner hängt der Winkel von der Entfernung vom Centrum ab; in einer Entfernung von 25 Meilen scheint er $10\,^1/_2$ Strich zu betragen (sehr unbestimmt), in 75 Meilen Entfernung 11 Strich, in 125 Meilen Entfernung 12 Strich und in Entfernungen von 300 Meilen und darüber mag er 15 Strich betragen (sehr unbestimmt). Endlich ist auch eine Abhängigkeit der Gröfse des Winkels von der Breite nachgewiesen. In 30° Nordbreite ist der mittlere Winkel auf 10 Strich festgelegt, und jenseits von Japan wird wahrscheinlich die Annahme von 9 Strich richtig sein.

Neben dem Gradienten in erster Linie und der Temperatur ist auf die Windstärke auch die Bahn, welche der Taifun einschlägt, und die Einbiegung der Windbahn von Einflufs. Diese nähert sich im allgemeinen einer logarithmischen Spirale. Ein Gradient von 1 mm entspricht der Stärke 4 (mäfsige Brise), von 4 mm der Stärke 8 (Sturm) und von 12 mm und darüber der Windstärke 12 (Orkan). Ein häufig vorkommender steiler Gradient ist 33 mm, noch steilere Gradienten kommen selten vor. Der steilste jemals gemessene Gradient von 100 mm fand sich in einer niedrigen Breite des Stillen Oceans. Diesem Gradienten entspricht eine Windgeschwindigkeit in Meereshöhe von ca. 160 Meilen per Stunde oder 72 Meter per Sekunde.

In vielen Taifunen fällt der auf 0° und auf Meereshöhe reduzierte Luftdruck nicht unter 731,5 mm, in anderen aber bis auf 723,6 mm. Tiefere Barometerstände werden selten beobachtet, wenngleich sie noch bedeutend niedriger vorkommen können.

Kein Taifun steht still. Sobald er sich ausgebildet hat, wird er durch den vorherrschenden Wind vorwärts getrieben; daher sind die Isobaren gestreckt, nur nicht nahe dem Centrum, weil hier der vor-

herrschende Wind diesen Einflufs nicht mehr auszuüben vermag wegen der Heftigkeit der Windbewegung um das Rotationscentrum herum. Nur in einem an einer Stelle festliegenden Taifun würden die Isobaren kreisförmig verlaufen können. Die Vorwärtsbewegung eines Taifuns geschieht derart, dafs man den hohen allgemeinen Luftdruck zur rechten Hand hat. Er weicht vor den Gebieten hohen Drucks zurück und nähert sich den Gebieten niederen Drucks. Die Taifune, welche im Grofsen Ocean im Osten der Philippinen oder Formosa sich bilden, bewegen sich fast durchgängig zunächst westwärts, später nach Nordwest, dann nördlich und nordöstlich, und jenseits von Japan pflanzen sie sich in östlicher Richtung fort.

Ihre Bahn ist eine parabolische. Die Ursache für dieses Umbiegen im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers ist das Hochdruckgebiet im nördlichen Grofsen Ocean. Treten dort zwei Taifune gleichzeitig auf, so gehen sie umeinander nach entgegengesetzten Richtungen herum, d. h. sie weichen in diesem Falle von der Regel ab, das Hochdruckgebiet zur rechten Hand zu lassen. Während der Taifunzeit folgen die Taifune meist schnell aufeinander, so dafs oft mehrere gleichzeitig an verschiedenen Stellen der ostasiatischen Gewässer zu finden sind. Die Taifune in der Chinasee haben nicht regelmäfsige parabolische Bahnen; sie bewegen sich nicht durchgängig nordostwärts, nachdem sie vorher eine nordwestliche und nördliche Richtung eingeschlagen haben. Einige von ihnen verschwinden in der Chinasee, nachdem sie nach Südwest ausgebogen sind, andere biegen zwischen 20° bis 40° Nord und 115° bis 130° östlicher Länge um, also zwischen den Breiten von Peking und der Nordspitze von Luzon und den Längen von Peking und Nagasaki.

Sobald die Taifuncentren das Festland erreicht haben, werden sie mehr oder weniger ausgefüllt und sinken dann zu unbedeutenden Depressionen herab oder verschwinden gänzlich. Die durchschnittliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Taifuncentrums ist in 11° nördlicher Breite 8 km per Stunde und steigt dann ziemlich gleichmäfsig; in $32^1/_2$° Nordbreite beträgt sie bereits 27,5 Kilometer. Sie wird um so wechselnder, je nördlicher sich die Centren befinden. Südlicher als 9° vom Äquator ist auf der nördlichen Hemisphäre kein Taifuncentrum beobachtet worden.

Die cyklonale Bewegung des Windes um das Centrum bewirkt, dafs der Wind im rechten Halbkreise (dem gefährlichen) sich mehr um das Centrum herum bewegt als im linken, in welchem der Wind weniger stark ist und mehr auf das Centrum zubiegt;

in noch erhöhterem Mafse aber weht der Wind an der Rückseite in das Centrum hinein. Dies ist auch der Grund, dafs im Rücken des Centrums das Wetter noch schwerer ist als bei Annäherung an dasselbe in der Front.

Doberck, der langjährige Leiter des meteorologischen Observatoriums in Hongkong, dem wir diese Untersuchungen — gleichsam eine Physiologie der ostasiatischen Taifune — verdanken, hat, gestützt auf Beobachtungen von 244 Taifunen in den letzten 13 Jahren oder im Mittel von 19 Taifunen im Jahr auch die Zugstrafsen derselben abgeleitet und die Häufigkeit in den einzelnen Monaten festgestellt. Nach diesen Untersuchungen haben naturgemäfs die heifsen Monate Juni bis September die meisten Taifune; das Maximum fällt auf den September, und deckt sich dies auch mit den von Professor Mohn in Christiania, dem bekannten Meteorologen, angegebenen Zahlen, aus denen dieser nach 85 jährigen Beobachtungen von 1780—1865 ebenfalls das Maximum der Häufigkeit im September festgestellt hat. Die Cyklone in Westindien und dem nordatlantischen Ocean dagegen erreichen ihr Maximum im August. Von diesem Maximum nimmt die Häufigkeit in einer ziemlich gleichmäfsigen Kurve in den einzelnen Monaten ab, ebenso wie sie in gleichmäfsiger Kurve zum Maximum ansteigt.





Über den Lichtwechsel des Veränderlichen η Aquilae hat K. Schwarzschild sehr bemerkenswerte Mitteilungen gemacht. Derselbe hat durch Untersuchungen am photographischen Fernrohre der Kuffnerschen Sternwarte gezeigt, dafs man die Photographie mit dem Resultate einer erheblicheren Genauigkeit zur Bestimmung der Helligkeit der Sterne verwenden kann, wenn man die Bilder nicht im Fokus des photographischen Fernrohres, sondern etwas aufser demselben aufnimmt. Im Jahre 1898 hat er zahlreiche derartige Aufnahmen von den Sternen η Aquilae und β Lyrae gemacht. Diese beiden Veränderlichen sind sehr hell und ihr Lichtwechsel ist so genau bekannt, dafs man die optischen Lichtkurven dieser Sterne, d. h. den Gang des Lichtwechsels auf Grund direkter Beobachtungen berechnen und mit den photographisch durch aufserfokale Aufnahmen erhaltenen Lichtkurven vergleichen kann. Nach W. Lockyer ist die Periode des Sternes η Aquilae 7 Tage 4 Std. 14 Min., das Maximum der Helligkeit 3,82 Gr., das Minimum 4,49 Gr. Die optische Schwankung beträgt also 0,67 Gröfsenklassen. Das Heruntersinken der Helligkeit vom Maximum zum Minimum geht nicht gleichmäfsig, sondern mit einigen Schwankungen vor sich, und zwar wurden bisher einige, etwa vier, kleine Anschwellungen der optischen Lichtkurve angenommen. Die von Schwarzschild gemachten und sehr sorgfältig reduzierten photographischen Helligkeitsaufnahmen bestätigen völlig den Gang der optischen Lichtkurve sowie das entschiedene Vorhandensein der vier sekundären Anschwellungen. Während also die photographische Lichtkurve mit der optischen sehr gut übereinstimmt, zeigt sich aber ein merkwürdiger Unterschied in der Gröfse des Lichtwechsels. Während nämlich, wie oben bemerkt, die optisch erhaltene Schwankung 0,67 Gr. beträgt, ergiebt sich aus den photographischen Bildern 1,29 Gr., also das Doppelte. Die photographisch wirksamen Strahlen des Sternes (die blauen Strahlen) verändern also ihre Stärke viel mehr als die optisch wirksamen (gelben) Strahlen. Dieses Resultat ist um so merkwürdiger, als der

berühmte, dem η Aquilae in Beziehung auf den Gang des Lichtwechsels ziemlich verwandte Veränderliche β Lyrae, der ebenfalls von Schwarzschild lange photographisch verfolgt worden ist, keine solche Differenz zwischen der optischen und photographischen Helligkeit zeigt, sondern sich beide Kurven in jeder Hinsicht bei diesem Sterne vollkommen decken. Zur Erklärung des erwähnten Unterschiedes bieten sich zwei Hypothesen. Entweder es ändert sich auf dem Sterne η Aquilae die Temperatur, und das Anwachsen derselben fällt mit der Zeit des Maximums der Helligkeit des Sterns zusammen, so wird die Gesamtstrahlung damit gesteigert werden und der Stern wird mehr blaues Licht aussenden als zur Zeit des Minimums. Oder die Lichtschwankung hat ihren Grund in der Klinkerfuesschen Hypothese der Ebbe- und Flutwirkungen einer absorbierenden Atmosphäre. Wenn diese Atmosphäre um den Stern die blauen Strahlen doppelt so stark als die gelben absorbiert, so würde ein Druckunterschied von 3,3 Atmosphären zwischen der Flut und Ebbe der luftförmig gedachten Sternatmosphäre hinreichen, die oben genannte Differenz zwischen der optischen und photographischen Helligkeit zu erklären. Dafs der Stern einen Begleiter hat, ist aus der Beobachtung der spektroskopischen Linienverdoppelung festgestellt; dieser Begleiter kann durch seine Anziehung die Flutbewegungen auf η Aquilae hervorbringen. Jedenfalls ist die zweite Hypothese die wahrscheinlichere. Mit der blofsen Annahme von teilweisen Verdeckungen des Hauptsterns durch einen sich um diesen bewegenden Trabanten, wie dies für Sterne vom Algol-Typus angenommen wird, scheint man bei η Aquilae zur Erklärung nicht auszukommen.



Die Eisenbahn auf den Montblanc.

Noch befindet sich der Eisenbahnbau nach dem Gipfel der Jungfrau in seinen ersten Anfängen — es ist zunächst nur eine kleine Strecke dem Verkehr übergeben —, und schon ist man der Absicht näher getreten, nach dem Gipfel des höchsten Berges der Alpen, dem Montblanc, eine gleiche Verbindung herzustellen.

Auf Veranlassung des französischen Unternehmers Saturnin Fabre war Anfang des Jahres eine Kommission zusammengetreten, welche die Möglichkeit eines solchen Baues prüfen sollte.

Dieselbe hat sich nach eingehender Besichtigung des Geländes vom technischen Standpunkt für die Möglichkeit einer Ausführung

ausgesprochen und hat deshalb nun, ebenfalls auf Veranlassung des genannten Unternehmers, damit begonnen, die Einzelheiten festzustellen, besonders unter Berücksichtigung der aufliegenden Eismassen, der Gletscher u. s. w.

Die gesamte Strecke zerfällt in drei Teile: eine freiliegende Anschlufsbahn, einen unteren und einen oberen Tunnel.

Die erstere beginnt auf dem Gebiet der Gemeinde Houches, dicht an der Bahnlinie Sallanches — Chamonix, und geht auf dem linken Hang des Arve-Thales aufwärts bis zu dem ungefähr 1100 m über dem Meeresspiegel liegenden Dorf Taconney. Kurz hinter diesem Ort beginnt der untere Tunnel. Dieser mufste in einem der zum Centralmassiv emporführenden Grate angelegt werden, und bot es hierbei besondere Schwierigkeiten, dafs infolge der Dicke des auflagernden Eises und Schnees der Verlauf dieser nur nach einzelnen aus dem Eis hervorragenden Felspartien festgestellt werden konnte. Die Untersuchungs-Kommission war der Ansicht, dafs der einzige Grat, der einen soliden Bau gestattet und in Rücksicht auf die Eismassen eine vollständige Sicherheit bietet, derjenige ist, der von dem Thal von Chamonix ausgehend auf dem linken Ufer des Gletschers Taconney nach der Spitze des Gros Buchar auf dem Aiguille du Gouter ansteigt. Die Ausführung dieses Tunnels bietet keine besonderen Bauschwierigkeiten, dagegen ist es sehr günstig, dafs an verschiedenen Stellen ein Heraustreten an die Oberfläche stattfinden kann, denn einmal ist es aus diesem Grunde möglich, die Arbeit sofort an mehreren Stellen zu beginnen, und zweitens gestatten diese Öffnungen nach Fertigstellung der Bahn den Reisenden Ausblicke auf die prächtigen Schneeberge des Montblanc.

Dieser Tunnel, der eine Länge von 5,4 km hat, endet auf einer Höhe von 3843 m. Im Anfang ist die Steigung etwas stark, wird jedoch von der Mitte an geringer. Auf dem oben erwähnten Gipfel des Aiguille du Gouter soll ein Hotel eingerichtet werden, um den Reisenden zu gestatten, sich dort mit allen wünschenswerten Bequemlichkeiten aufzuhalten. Diese Station soll der Ausgangs-Punkt von Ausflügen nach den Gletschern werden.

Der obere Tunnel zerfällt wiederum in zwei Teile: der erste führt unter dem Dome du Gouter hindurch, hat 2,5 km Länge und endet an dem auf 4362 m hochliegenden Montblanc-Observatorium. Von hier aus geht der zweite Abschnitt des oberen Tunnels an dem Stande des grofsen Plateaus in dem Grate hin, der die oberste Gletscherpartie an der Nordseite der Montblanc-Spitze umsäumt, unter

den Rochers des Bosses dahin und endet bei den Petits Rochers Rosiges in einer Höhe von 4580 m über dem Meer, eine Erhöhung, die schon zum Teil durch das Observatorium Janssen eingenommen wird.

Die Station ist unterirdisch und aus Abteilungen zusammengesetzt, welche die Einrichtung von Hotels, Restaurants u. s. w. gestatten sollen.

Was nun den Bau dieses oberen Tunnels anbetrifft, so galt es besonders, Vorkehrungen zu treffen, um die Schwierigkeiten verschiedener Art zu überwinden, welche bei der Durchquerung dieses Abschnittes entstehen. Dieselben haben ihren Grund in der Verdünnung der Luft in diesen Höhen und in der aufserordentlichen Ermüdung, welche die physische Arbeit hier verursacht. Es ist also nötig, sich darauf vorzubereiten, den dauernden Aufenthalt der Arbeiter, sowie den Transport der notwendigen Materialien und Maschinen zu erleichtern. Es ist deshalb als zweckmäfsig bezeichnet worden, mit dem Bau des oberen Tunnels erst zu beginnen, nachdem der untere fertig gestellt worden ist.

Die Bahn auf der Montblanc-Spitze selbst enden zu lassen, war unmöglich, weil der dortige Felsboden immerwährend unter einer starken Eisdecke vergraben ist. Auch die 110 m höher liegende Spitze des Petits moulets konnte nicht als Endpunkt in Aussicht genommen werden, da der senkrecht stehende Schiefer eine zu kleine Baufläche bot. Es wird angenommen, dafs man die 220 m bis zur Spitze auf dem leichten Abhang und auf hartem Schnee bequem zu Fufs wird zurücklegen können, oder man plant auch die Erbauung einer Drahtseilbahn bis zur Spitze und will diese wenigstens in der Hauptsaison betreiben.

Die Länge der ganzen im Tunnel zu durchfahrenden Strecke beträgt 10 km. Die Kosten sind auf 21 Mill. Fr. veranschlagt. Die Bahn soll als elektrische Zahnradbahn gebaut werden. Die Wagen sind Automotoren, die den Strom aus einer seitlichen Schiene erhalten, auf welcher metallische Besen entlang streifen.

Um den Strom hervorzurufen, sollen die Wasser der Arve benutzt werden.

Als Anfang der ganzen geplanten Linie kann die Strecke Fayet—Chamonix, die später noch bis Martigny verlängert werden soll, angesehen werden. Diese hat unter Benutzung der Arve-Wasser ebenfalls elektrischen Betrieb mit seitlicher Schiene. Es sind zunächst zwei Werke vorhanden, von denen das eine an dem Aufstieg nach Pelissier, das andere in der Nähe der Brücke Sainte Marie errichtet ist. Jedes dieser Werke liefert 2000 Pf.-K.

Teilweise wird versichert, dafs die Reisenden schon im Juli 1902 bis zum Aiguille du Gouter vermittelst der Bahn gelangen können. K.



James Edward Keeler †.

Durch einen allzufrühen Tod wurde am 12. August 1900 unser geschätzter Mitarbeiter James Edward Keeler, Direktor der Lick-Sternwarte, der Wissenschaft entrissen. Geboren am 10. September 1857 in La Salle (Ill.) hatte Keeler mit schnellen Schritten seine Ausbildung absolviert und wurde unmittelbar nach seiner Graduierung bei der John-Hopkins-University 1881 als Assistent Langley's am Allegheny-Observatory angestellt. Einem in wissenschaftlichen Kreisen Amerikas herrschenden, für unser Vaterland ehrenden Brauche gemäfs brachte er die Jahre 1883/84 zum Zwecke weiterer Ausbildung in Deutschland zu, wo er sich besonders an den Universitäten Heidelberg und Berlin ernsten Studien hingab. Nach der Heimkehr blieb er zunächst noch am Allegheny-Observatory, wurde aber schon 1886 an die Lick-Sternwarte berufen und 1888 zum ordentlichen Astronomen daselbst befördert. Hier benutzte er eifrigst das damals gröfste Fernrohr der Welt zu Beobachtungen der verschiedensten Art, unter anderem auch zu einem sehr sorgfältigen Studium des Planeten Jupiter, über das er im zweiten Bande dieser Zeitschrift an der Hand meisterhaft entworfener Zeichnungen berichtete. Als 1891 Langley das Direktorat des Allegheny-Observatoriums niederlegte, wurde Keeler als sein berufenster Nachfolger erwählt und zugleich mit der Professur für Astrophysik an der Western University of Pennsilvania betraut. Ein wie gutes Andenken er jedoch in seinem früheren Wirkungskreise hinterlassen hatte, geht daraus hervor, dafs er 1893 von der californischen Universität den Grad eines Science Doctor erhielt. Als nun 1898 das Direktorat der Lick-Sternwarte durch die Abdankung ihres ersten Leiters Holden vacant wurde, wurde Keeler zum zweiten Male an dieses grofsartige Institut gerufen, da man von seinem rastlosen Schaffen die beste Förderung der hohen Aufgabe des bedeutendsten Bergobservatoriums erhoffte. Nur zwei Jahre allerdings sollte sich die Lick-Sternwarte seiner sachkundigen und thatkräftigen Leitung erfreuen. Ein Leiden, dessen gefährlichen Charakter niemand, am allerwenigsten er selber ahnte, veranlafste ihn im letzten Sommer, ärztlichen Rat in San Francisco aufzusuchen. Nur schwer vermochte er sich von den Arbeiten mit einem grofsen photographischen

Reflektor zu trennen, zumal am letzten Tage seiner Anwesenheit auf Mount Hamilton das für dieses Instrument besonders zweckmäfsig ersonnene Spektroskop an seinem Bestimmungsort anlangte. Nach kurzem Krankenlager in der californischen Hauptstadt wurde er seinem erfolgreichen und planvollen Schaffen für immer entrissen.

Keelers Spezialfach war die Spektroskopie. Seine bedeutendsten Leistungen auf diesem Gebiete bilden die genauen Bestimmungen der Bewegungen der Nebelflecke in der Gesichtslinie*) und die Bestätigung der Maxwell-Hirnschen Hypothese über die Konstitution der Saturnringe durch den Nachweis, dafs die äufseren Teile der Ringe, den Keplerschen Gesetzen entsprechend, langsamer rotieren als die inneren.**) F. Kbr.

*) Vgl. Bd. VIII, S. 88 f. **) Vgl. Bd. IX, S. 125 f.







Himmelserscheinungen.



Übersicht der Himmelserscheinungen für Juni und Juli.

Der Sternhimmel. Im Juni und Juli ist der Anblick des Himmels um Mitternacht etwa der folgende: Die Sternbilder des Herkules, der Leyer, Schlange, des Ophiuchus und Schützen befinden sich in Kulmination, später folgen Adler, Steinbock und Fuchs. Im Aufgange ist Wassermann, kleines Pferd, im Untergange ist der grofse Löwe und Jungfrau (Spica geht nach Mitternacht unter). Pegasus wird schon in der Abenddämmerung sichtbar, Antares (α Scorpii) von 8 h an (geht nach Mitternacht um 1 h unter), Arctur (α Bootes) kommt um 9 h in Kulmination und geht morgens unter, gegen die Morgenstunden hin gehen auf Wage, Herkules und Ophiuchus unter; Walfisch und Stier kommen erst in den Morgenstunden über den Horizont, desgleichen die Zwillinge. Folgende Sterne kulminieren für Berlin um Mitternacht:

1. Juni	ζ Herculis	(3. Gr.)	(AR. 16 h	38 m,	D. + 31°	47')
8. „	η Ophiuchi	(2. Gr.)	17	5	— 15	36
15. „	ξ Serpentis	(4. Gr.)	17	32	— 15	20
22. „	γ Sagittarii	(3. Gr.)	17	59	— 30	26
29. „	α Lyrae	(1. Gr.)	18	34	+ 38	41
1. Juli	ε Lyrae	(4. Gr.)	18	41	+ 39	34
8. „	π Sagittarii	(3. Gr.)	19	4	— 21	11
15. „	h „	(5. Gr.)	19	31	— 25	6
22. „	ϑ Aquilae	(3. Gr.)	20	6	— 1	7
29. „	ϑ Cephei	(4. Gr.)	20	28	+ 62	40

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind folgende:

U Coronae	(Helligk. 8.—9. Gr.)	(AR. 15 h	14 m,	D. + 32°	1')	Algoltypus
R Draconis	(„ 8.—11. „)	16	32	+ 66	58)	21. Juni
S Herculis	(„ 7.—12. „)	16	47	+ 15	6)	8. Juli
U Ophiuchi	(„ 6.—7. „)	17	11	+ 1	19)	Algoltypus
Z Herculis	(„ 7.—9. „)	17	54	+ 15	9)	„
d Serpentis	(„ 5.—6. „)	18	22	+ 0	8)	Kurze Periode
U Sagittarii	(„ 7.—9. „)	18	26	— 19	12)	„
R Aquilae	(„ 7.—11. „)	19	2	+ 8	5)	12. Juli
U Aquilae	(„ 6.—8. „)	19	24	— 7	15)	Kurze Periode
T Vulpec.	(„ 5.—7. „)	20	47	+ 27	53)	„
R Cassiopejae	(„ 6.—12. „)	23	53	+ 50	50)	26. Juni.

Die Planeten. Merkur steht in den Zwillingen und ist am besten Mitte Juni zu sehen, wo er seine gröfste Elongation von der Sonne erreicht und um 10 h abends untergeht; gegen Ende Juli wird er am Morgenhimmel einige Zeit vor Sonnenaufgang sichtbar. — Venus geht vom Stier durch den Krebs bis in den Löwen und bleibt am Abendhimmel durch etwa eine Stunde nach Sonnenuntergang sichtbar; am 28. Juli befindet sie sich nahe bei Regulus (α Leonis). — Mars im Löwen und der Jungfrau, geht am Tage auf, Anfang Juni nach 1/2 2 h morgens unter, Anfang Juli erfolgt der Untergang eine halbe Stunde vor Mitternacht, Ende Juli schon um 3/4 10 h abends. — Jupiter im Schützen, ist bis in die Morgenstunden sichtbar, Anfang Juli von 8 h abends ab, Ende Juli geht er gegen 1/2 2 h morgens unter. — Saturn, ebenfalls im Schützen, geht etwas später auf und unter als Jupiter. — Uranus befindet

sich im Ophiuchus und ist die ganze Nacht, Ende Juli bis Mitternacht, sichtbar. — **Neptun** steht in den Zwillingen und ist nicht besonders gut sichtbar; Anfang Juni einige Zeit nach Sonnenuntergang, Ende Juli 3 Stunden vor Sonnenaufgang.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
4. Juni	μ Sagittarii	(4. Gr.)	3 h	20 m	morgens	4 h	15 m	morgens
29. „	ω^1 Scorpii	(4. „)	0	24	„	1	23	„
29. „	ω^2 „	(5. „)	0	39	„	1	49	„
28. Juli	21 Sagittarii	(5. „)	11	4	abends	0	18	„
29. „	d „	(5. „)	9	47	„	11	2	abends.

Mond. Berliner Zeit.

Letztes Viert.	am	9. Juni	Aufg.	0 h	4 m	morg.	Unterg.			mittags
Neumond	„	16. „	„		—			—		
Erstes Viert.	„	23. „	„	11	52	vorm.	„	11 h	31 m	abends
Vollmond	„	2. Juli	„	8	24	abends	„	5	29	morgens
Letztes Viert.	„	9. „	„	11	25	„	„	2	23	nachm.
Neumond	„	15. „	„		—			—		
Erstes Viert.	„	23. „	„	0	54	nachm.	„	10	42	abends
Vollmond	„	31. „	„	7	26	abends	„	5	39	morgens

Erdnähe: 14. Juni, 12. Juli.
Erdferne: 26. Juni, 24. Juli.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag			Zeitgleichung.			Sonnenaufg. f. Berlin.		Sonnenunterg. f. Berlin.	
1. Juni	4 h	36 m	56.9 s	—	2 m	30.3 s	3 h	46 m	8 h	10 m
8. „	5	4	32.8	—	1	20.5	3	41	8	17
15. „	5	32	8.7	+	0	3.9	3	39	8	22
22. „	5	59	44.6	+	1	34.9	3	39	8	24
29. „	6	27	20.5	+	3	3.3	3	42	8	24
1. Juli	6	35	13.7	+	3	27.0	3	43	8	24
8. „	7	2	49.6	+	4	41.5	3	49	8	20
15. „	7	30	25.5	+	5	38.2	3	56	8	14
22. „	7	58	1.3	+	6	11.0	4	5	8	6
29. „	8	25	37.2	+	6	15.4	4	16	7	56



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Unterseeboote.

Von **Kurchhoff** in Berlin.

Frankreich hat neuerdings die Zahl seiner Kriegsschiffgattungen um eine vermehrt, nachdem durch einen Erlafs des Marineministers vom Mai des vorigen Jahres die Formierung eines Geschwaders von Unterseebooten in Toulon befohlen worden war. Hiermit ist offiziell anerkannt, dafs diese Fahrzeuge in Frankreich das Versuchsstadium durchschritten haben.

Die Marineverwaltung der Republik hat mehr als die gleichen Behörden der anderen Seemächte gerade dieser Art von Schiffsgattungen stets ein reges Interesse entgegengebracht. Obschon die Versuche mit dem „Goubet II", dem „Gymnote" und dem „Gustav Zédé" noch nicht beendet waren, und die bis dahin mit diesen Fahrzeugen gemachten Erfahrungen durchaus nicht zu weiteren Bauten ermutigen konnten, veröffentlichte das französische Marineministerium im Februar 1896 einen Erlafs, nach welchem ein Wettbewerb für den Plan eines unterseeischen Bootes eröffnet wurde. Die zu erfüllenden Bedingungen waren folgende: Die Geschwindigkeit sollte 12 Knoten betragen, der Gesamtverwendungsbereich bei 8 Knoten Fahrt sollte 100 Seemeilen, die unter Wasser zurücklegbare Entfernung bei einer Schnelligkeit von 8 Knoten 10 Seemeilen umfassen. Hinsichtlich der Armierung wurde das Abschiefsen von zwei Torpedos verlangt. Die Bewerber, welche sich bemühen sollten, möglichst über diese Forderungen hinauszugehen, erhielten im übrigen hinsichtlich des Mechanismus u. s. w. vollkommen freie Hand, jedoch durfte die Wasserverdrängung des Fahrzeugs 200 tons nicht überschreiten.

Somit hatte sich die französische Marineleitung in gewissem Sinne im Gegensatz zu den Absichten und Mafsnahmen der Marine-

behörden der übrigen Seestaaten gesetzt, welch letztere zwar die von privater Seite unausgesetzt gemachten Versuche wohl im Auge behielten, sich selbst aber mit der Sache nicht mehr praktisch befafsten. Hatten doch Ende der achtziger und Anfang der neunziger Jahre Marineverwaltungen, so die spanische, portugiesische, italienische, russische, nordamerikanische und türkische, ihren Seestreitkräften einzelne Unterseeboote zugeteilt, ohne nach den allerdings sehr hoch geschraubten Erwartungen den gewünschten und erhofften Erfolg zu erzielen. In Frankreich setzte man trotzdem mit ungeschwächten Kräften die Versuche mit derartigen Fahrzeugen fort.

Das erste Unterwasserboot, welches wenigstens einigermafsen den zu stellenden Anforderungen entsprach, war „Goubet II"; es folgte dann „Gymnote", später „Gustav Zédé" und zuletzt „Morse".

Diese vier Schiffe und der weiter unten noch zu besprechende „Narwal" stehen zunächst zur Bildung des genannten Geschwaders zur Verfügung. Die genaueren Einzelheiten sind auf der nebenstehenden Tabelle zu ersehen.

„Goubet II", der die Form einer Spindel hat, führt drei Flossen, die als Rollkiele dienen, und von denen zwei seitlich in Höhe der Längsachse und die dritte unterhalb in der Verlängerung des vertikalen Längsschnittes angebracht sind.

Ein auf dem Rücken des Bootes aufgesetzter Beobachtungsturm hat eine Höhe von 0,6 m und einen Durchmesser von 0,35 m. Zur besseren Beobachtung beim Unterwasserfahren ist ein Periskop vorhanden.

Zur Regelung des Standes des das Steigen und Sinken des Bootes hervorrufenden Wasserbalastes sind zwei von einem Dynamo getriebene Pumpen vorhanden. Der Strom, der diesen Dynamo speist, wird mittelst eines Manometers, der die vom Fahrzeug eingehaltene Tiefe anzeigt, automatisch geregelt.

Das am Boden des Fahrzeuges befindliche Notgewicht ist 1200 kg schwer.

Der zur Fortbewegung dienende Schraubenpropeller ist schwenkbar, so dafs er als Steuer dienen kann. Der Betrieb geschieht durch einen kleinen Dynamo, welcher von Merkurisulfat-Batterien gespeist wird, da diese die Luft nicht in dem Mafse verschlechtern wie Accumulatoren.

Aufserdem führt das Fahrzeug noch zwei gegliederte Riemen, die durch wasserdichte Kugelgelenke, welche in der Wand gelagert sind, gehen, so dafs man sie von innen bedienen kann, und die nicht nur zum

Manövrieren, sondern auch zur Fortbewegung dienen sollen. Wenn diese Riemen nicht gebraucht werden, so liegen sie an der Bordwand an, wo sie dann bei der Fahrt möglichst geringen Widerstand leisten.

Nähere Angaben über die französischen Unterseeboote.

Name	Jahr des Stapellaufes	Länge	Größte Breite	Höhe	Tiefgang beim Fahren auf der Wasseroberfläche	Tonnengehalt	Triebkraft über Wasser	Triebkraft unter Wasser	Geschwindigkeit über Wasser (Knoten)	Geschwindigkeit unter Wasser (Knoten)	Torpedo-Ab- oder Ausstoß-Apparate	Bemannung	
Goubet II .	1889	8	1,7	1,70	—	10	elektrisch, Batterien mit Merkurisulfat		—	—	2	3	Bronze.
Gymnote . .	1889	17	1,8	1,8	—	30	elektrisch, 50 Pferdestärken, Commelin-Desmagnis-Accumulatoren		—	9	1	10	Bronze.
Gustav Zédé	1893	40	—	3,20	—	266	elektrisch, 720 Pferdestärken, Cleysche Accumulatoren		15	8	1	20	Roma-Metall.
Morse	1899	36	2,75	2,75	—	146	elektrisch, 380 Pferdestärken		12	6	1	9	Bronze.
Narwal . . .	1899	34	3,7	—	1,6	106	Forestscher Petroleummotor	Elektromotor mit 158 Accumulatoren	12	8	4	11	Stahl.
Lutin	im Bau	41,35	2,9	2,9	2,9	185	?	elektrisch	—	—	4	—	Stahl.
Holland. . .	1897	16,75	3,10	—	—	138,5	Gasolinmotor 50 Pferdestärken	elektrisch 50 Pferdestärken	15	8	3	6	Stahl.
Plunger . .	1897	28,6	3,5	—	—	168	früher Dampf, jetzt Gasolinmotor	elektrisch 70 Pferdestärken	16	6	2	—	Stahl.

In Frankreich sind ferner im Bau: Typ „Morse“: „Français“ und „Algérien“ sollen noch im Herbst dieses Jahres fertig werden.
Typ „Narwal“: „Sirène“ und „Triton“.
Typ „Lutin“: „Farfadet“, „Korrigan“ und „Gnôme“.

An jeder Seite des Bootes befindet sich aufsenbords über den Flossen ein Torpedo-Abstofsapparat. Diese beschweren das Boot nicht, da sie durch das von ihnen verdrängte Wasser getragen werden. Die Entladung kann gleichzeitig oder nacheinander erfolgen. Die Öffnung des Torpedo-Antriebhebels erfolgt von innen. Damit das Fahrzeug beim Abfeuern der Torpedos — Whitehead — weder eine Erschütterung noch eine hieraus folgende Fahrtablenkung erhält, bekommen die Geschosse keinen äufseren Impuls, sondern sie bewegen sich ausschliefslich mit Hilfe ihrer eigenen maschinellen Vorrichtungen.

Bei den geringen Gröfsenverhältnissen des „Goubet II" ist der Raum selbst für die geringe Besatzung von drei Mann ein äufserst beschränkter, und müssen die Leute die ganze Fahrt über an ihren Plätzen ausharren.

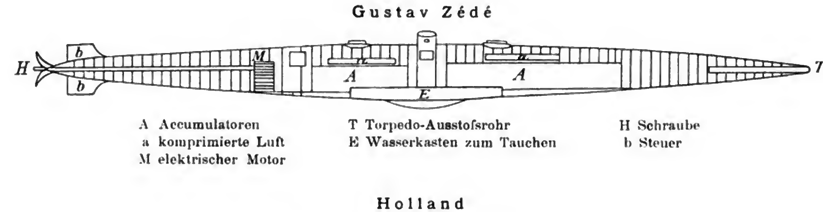
Der Kommandant hat seinen Platz auf einem Drehschemel unterhalb des Ausguckturmes und kann im Umkreis durch die im Mantel der Kuppel angebrachten Glaslinsen Auslug halten. Von den beiden Gehilfen, welche gewisse Apparate zu bedienen haben, sitzt je einer an jedem Bootsende, mit dem Gesicht nach der Mitte gekehrt.

Die übrigen der angeführten Unterwasserfahrzeuge sind im grofsen und ganzen nach den gleichen Grundsätzen wie „Goubet II" erbaut, nur haben dieselben gröfsere Dimensionen. Änderungen sind sonst nur eingetreten, wo Versuche gemacht wurden. So regeln beim „Gymnote" die Tiefenstellung ebenso wie beim Fischtorpedo horizontale Flossen, welche automatisch wirken. Beim „Gustav Zédé" wurden die Torpedo-Ausstofsrohre wieder nach dem Innern des Fahrzeuges verlegt. Letztgenanntes Boot und „Morse" stimmen in ihrer inneren Ausstattung fast vollständig überein.

Auf Grund des oben angeführten Wettbewerbes reichten 47 Firmen und Privatpersonen Pläne, zum Teil allerdings nur für Bootsteile, ein, und standen im ganzen sechs vollständige Modelle zur Verfügung. Nach eingehender Prüfung von seiten einer aus den hervorragendsten Autoritäten bestehenden Kommission wurde das Unterwasserboot des Ingenieurs Laubeuf mit dem ersten Preise gekrönt und unter dem Namen „Narwal" sofort auf Stapel gelegt.

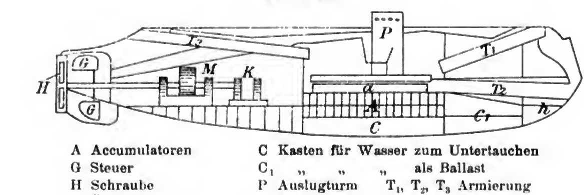
Dieses Fahrzeug bedeutet einen wesentlichen Fortschritt, besonders was den Aktionsradius betrifft. Denn während der „Gustav Zédé" nur einen solchen von im ganzen 80 Seemeilen hat, kann das neue Boot bei 12 Knoten Fahrt 252 Seemeilen, bei 8 Knoten 624 Seemeilen zurücklegen; unter Wasser reicht die Kraft der Dynamo-

Gustav Zédé



A Accumulatoren
a komprimierte Luft
M elektrischer Motor
T Torpedo-Ausstofsrohr
E Wasserkasten zum Tauchen
H Schraube
b Steuer

Holland



A Accumulatoren
G Steuer
H Schraube
h Öl-Behälter
M elektrischer Motor
K Gasolin-Motor
C Kasten für Wasser zum Untertauchen
C_1 „ „ „ als Ballast
P Auslugturm
T_1, T_2, T_3 Armierung
a komprimierte Luft.

Typen von Unterseebooten.

maschine bei 8 Knoten für 25 Seemeilen und bei 5 Knoten für 70 Seemeilen aus. Dieser Fortschritt wurde durch die Verwendung des Petroleummotors beim Überwasserfahren erreicht. Die rein elektrisch getriebenen, zuerst erbauten Boote mufsten stets nach kurzer Zeit wieder in den Hafen zurücklaufen, um ihre Accumulatoren frisch zu laden. Der „Narwal“ aber vermag das Füllen der Accumulatoren beim Fahren auf der Wasseroberfläche beim Gang seines Petroleummotors selbst vorzunehmen. Als ein weiterer Fortschritt mufs verzeichnet werden, dafs der „Narwal“ das erste Fahrzeug ist, welches sowohl zum gröfsten Teil auf der Wasseroberfläche, oder nur mit der Kuppel aus dem Wasser herausragend, als auch vollständig unter Wasser fahren kann. In den beiden ersten Fällen tritt der Motor, im letzten treten die Accumulatoren in Thätigkeit. Das Fahren mit nur aufserhalb des Wassers befindlichem Aussichtsturm bietet den Vorteil, dafs das Fahrzeug die Deckung des Wassers ausnutzen kann, da die Kuppel infolge ihrer Kleinheit schwer sichtbar und als Zielobjekt fast gar nicht verwendbar ist, und dafs dem Führer die Möglichkeit bleibt, sich aufserhalb des Wassers orientieren zu können. Gerade die geringe Sichtweite unter der Oberfläche ist es ja, welche der Unterwasserschiffahrt die gröfsten Schwierigkeiten bereitet.

Das Fahrzeug „Narwal“ hat das Aussehen eines niedrig über Wasser stehenden Torpedobootes und besitzt zwei Beplattungen, zwischen denen sich beim Unterwasserfahren der Wasserballast befindet, der, wenn das Fahrzeug zur Oberfläche steigen soll, vermittelst Dampfdruckes entfernt wird. Sollte infolge irgend einer Störung der Wasserballast nicht beseitigt werden können, dann wird das Aufsteigen des Fahrzeuges durch Fallenlassen eines am äufseren Boden befindlichen Gewichts bewirkt. Der Vorrat komprimierter Luft befindet sich achtern. Ein Periskop ist vorhanden. Der Schornstein läfst sich einziehen und luftdicht verschliefsen. Die Steuerung wird durch ein senkrechtes und wagerechtes Ruder bewirkt.

Die Torpedo-(Whitehead)-Abstofs-Apparate befinden sich wieder, wie bei „Goubet II“, aufserhalb, da sich beim Unterwasserfahren als sehr schwierig herausstellte, nach dem Auswerfen des Geschosses einen wasserdichten Abschluss herbeizuführen. Diese sind Apparate neuester Konstruktion, nach ihrem Erfinder Drzwieki genannt. Jeder derselben besteht aus einem horizontalliegenden Rahmen, in dem die Torpedos vermittelst einer Art Klauen festgehalten werden. Diese Rahmen sind um eine vertikale Achse im Inneren des Bootes drehbar und werden durch die Bewegung dieser in die gewünschte Rich-

tung gebracht. Einen äufseren Impuls erhalten die Torpedos auch bei dieser neuesten Konstruktion nicht.

Die sämtlichen Versuche dieser Art werden in Frankreich aufserordentlich geheim gehalten, so dafs es zunächst unmöglich ist, genauere Einzelheiten über die Erfolge zu verzeichnen.

Versuche, unter Wasser zu fahren, sind schon im Anfang des 17. Jahrhunderts gemacht worden und haben seitdem nicht aufgehört. Wesentliche Förderung erhielten diese Projekte aber erst in neuerer Zeit durch den Dampf, die komprimierte Luft und die Elektrizität.

Wie bei allen Erfindungen, welche das öffentliche Interesse in grofsem Mafse in Anspruch nehmen, sind die Meinungen auch über dieses neueste Kriegsmittel in Fachkreisen aufserordentlich geteilt und auseinandergehend. Es soll nicht der Zweck dieser Zeilen sein, für eine oder die andere Ansicht Partei zu nehmen, auch irgend welche Prophezeiungen liegen mir fern, wie die Abgabe solcher überhaupt meist sehr gefährlich ist, wie z. B. einzelne Prophezeiungen hochbedeutender Leute beim Bau der ersten Eisenbahnen bewiesen haben.

Nachdem jedoch die französische Regierung die Unterwasserboote offiziell in die Zahl ihrer Kriegsfahrzeuge eingestellt hat, ist es jedenfalls die Pflicht der zuständigen Behörden aller Staaten — auch derjenigen, die sich bisher vollständig ablehnend verhalten haben — sich eingehend mit diesem neuesten Kriegsmittel zu beschäftigen. Hieraus braucht freilich noch nicht die Einführung bei den anderen Marinen zu folgen, besonders da ja zunächst unbekannt ist, welche Resultate die Franzosen zu verzeichnen haben und inwieweit überhaupt die Frage des Unterwasserfahrens gelöst ist. Es sollen deshalb im Folgenden nur die Aufgaben, welche den Unterseebooten zufallen, kurz erörtert werden, sowie welche Anforderungen an derartige Fahrzeuge gestellt werden müssen, und auf welche Weise denselben mit den heutigen Mitteln und dem Stand der Technik genügt werden kann. Die Erfindung des automobilen Fischtorpedos hatte in der Seetaktik und in der Kriegsschiffbau-Technik bedeutende Änderungen zur Folge. Auch hervorragende militärische Seeleute glaubten, dafs die mit schwerem Panzer versehenen Kriegsschiffe ihre Rolle ausgespielt hätten. Den überschwänglichen Hoffnungen folgte aber bald die Reaktion. Die Schlachtschiffe erhielten schnellfeuernde Geschütze kleinen Kalibers und überschütteten die kommenden Boote mit einem Geschofshagel. Infolge ihrer geringen Wasserverdrängung konnten die Torpedoboote nicht gepanzert werden und waren daher gegen dieses Massen-Feuer

sehr empfindlich. Ein Treffer in einen ihrer Hauptteile konnte sie leicht aufser Gefecht setzen. Man entschlofs sich deshalb, die Angriffe der Torpedoboote in der Nacht stattfinden zu lassen. Die Schiffe jedoch erhielten Scheinwerfer, mit deren Hilfe sie den heranstürmenden Gegner schon auf ziemlich weite Entfernungen wahrnehmen konnten. Gelang es den Booten trotz des sich sofort eröffnenden Massen-Feuers, einen Torpedo zu lancieren, so traf derselbe die das Schiff umgebenden Schutznetze. Man kam also zu der Einsicht, dafs ein Torpedo-Angriff nur gegen einen wenig wachsamen Feind Erfolg haben könne.

Aber alle Kriegsmarinen wollten nicht auf ein so ausgiebiges Zerstörungsmittel, wie es der Torpedo, besonders auf den heutigen, schnellaufenden, gut bewaffneten Torpedobooten ist, verzichten. Es wurden deshalb überall Verbesserungen versucht. Zunächst wurde die Lancier-Entfernung vergröfsert, aber es gelang auch, die Schufsweiten der Schnellfeuer-Geschütze zu verlängern, so dafs die genannte Entfernung immer noch innerhalb der Zone des wirksamsten Feuers blieb. Trotzdem werden die Torpedoboote in der Lage sein, einer feindlichen Flotte bedeutenden Abbruch zuzufügen, vorausgesetzt, dafs sie zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und in richtiger Anzahl auftreten. Nur in der Überzahl der Torpedoboote liegt ein Erfolg, denn ein in der Minderzahl ausgeführter Angriff bedeutet stets einen Akt nahezu sicherer Selbstaufopferung, und um die nötige Überzahl von Torpedobooten zu erhalten, mufs die Gesamtzahl schon eine aufserordentlich hohe sein, da sich nach der Angabe bewährter Fachautoritäten der Verlust an Torpedobooten zur Erreichung eines Kampf-Erfolges unter mittleren normalen Verhältnissen, d. h. bei mäfsigem Seegang und Dünung, gegen einen geschützten Ankerplatz auf ungefähr 30 pCt. beziffert. Ein hauptsächliches Bestreben der Marineleitung mufs aber, abgesehen von der Erringung des Erfolges, darauf gerichtet sein, zwecklosen Verlusten vorzubeugen, umsomehr, wenn dieses durch die Verbesserung der Torpedowerkzeuge selbst möglich ist, und so trat man in einzelnen Marinen dem Gedanken wieder näher, Unterseeboote zu erbauen. Wenn es gelang, ein Fahrzeug zu konstruieren, welches untertauchen und sich dem Feinde ungesehen nähern konnte, so hatte der Torpedo, da man in der Lage war, näher als früher an das feindliche Schiff heranzugehen und ruhiger zu lancieren, an Wirksamkeit als Angriffsmittel gegen das Schlachtschiff noch bedeutend gewonnen.

Wie anders würde sich das feindliche Vorgehen gestalten, wenn es bekannt wäre, dafs das Vorfeld des zu forcierenden Hafens auch

durch Unterwasserboote verteidigt sei, welche gänzlich unsichtbar von unten her mit ruhiger Sicherheit handeln können und ihre vernichtende Thätigkeit bei völliger Deckung durchzuführen vermögen. Aber selbst, wenn man nicht derartige optimistische Hoffnungen hegt, selbst wenn es einem Unterseeboote noch nicht gelingt, ein gröfseres Schiff zum Sinken zu bringen, so wird doch schon das Bekanntsein, dafs ein solches Fahrzeug an der Verteidigung teil nimmt, den Feind zu doppelter Wachsamkeit oder zu Mafsnahmen zwingen, die ihm unbequem sind und ihn nicht zur Ruhe kommen lassen. Die neue Erfindung könnte es sich schon zum Erfolg anrechnen, wenn es einem Unterwasserfahrzeug gelänge, plötzlich zwischen der feindlichen Blockadeflotte aufzutauchen, denn dieses würde genügen, um die ganze Besatzung in kurzer Zeit nervös zu machen.

Es erscheint nicht ausgeschlossen, dafs sich die französische Regierung bei dem Bau des Geschwaders von Unterwasserbooten von diesen Gesichtspunkten hinsichtlich des moralischen Eindruckes hat leiten lassen, ohne dafs zunächst Erfolge mehr praktisch greifbarer Natur zu verzeichnen sind.

Betrachtet man nun genauer, welche Verwendung ein Unterwasserboot finden kann, so sei zunächst betont, dafs diese Fahrzeuge vorerst nur geringe Geschwindigkeiten haben, und dafs aus diesem Grunde ihre Verwendung wohl nur in der Defensive gedacht werden kann, wie dieses ja in der Absicht der französischen Regierung liegt. In dieser Hinsicht müssen wir unterscheiden die Aufgaben eigentlicher Kampfesthätigkeit und solche in anderer Verwendung.

Bei ersterer handelt es sich um die Verteidigung schmaler Wasserstrafsen, wie Hafeneinfahrten, Kanäle, Flufsmündungen u. s. w., und wird eine derartige Thätigkeit unter den Gesichtspunkten einer automobilen Minensperre, deren einzelne Elemente bei veränderlicher Minendistanz sich dem Gegner entgegenstellen, auszuführen sein. Wenn die Unterwasserfahrzeuge sich bei Tage zum Schutz vor den feindlichen Kanonen unter Wasser halten und bei Nacht nur ganz wenig auftauchen, könnten sie dank ihrer Beweglichkeit und ihrer Torpedos mit Aussicht auf Gelingen einen Handstreich versuchen, besonders dann, wenn sie telephonisch vom Lande aus über den Standort des Feindes unterrichtet würden.

Auch bei der aktiven Verteidigung könnten derartige Fahrzeuge mit Erfolg eingreifen, und zwar erstens, wie schon oben gesagt, selbst wenn sie keinen materiellen Schaden anzurichten vermögen, zur Be-

unruhigung des Gegners, oder zweitens durch Vorgehen gegen langsam fahrende Schiffe mit ihren Torpedos, z. B. beim Bombardement. Hinsichtlich der zu erfüllenden Aufgaben, welche nicht in das Gebiet des eigentlichen Kampfes gehören, ist zunächst als sehr wichtig zu erwähnen, dafs derartige Boote im Nachrichten- und Befehlsdienst wesentliche Dienste leisten können, da sie in der Lage sind, das ganze blockierte Seegebiet ungehindert zu durchkreuzen. Ferner würde den Unterseeschiffen die Kontrollierung des eigenen Minensystems, sowohl was die Instandhaltung, als auch was die vorgenommenen gegnerischen Veranstaltungen zum Zerstören betrifft, zufallen, und hier finden sich Aufgaben, welche mit einiger Aussicht auf Erfolg überhaupt nur durch Unterwasserboote geleistet werden können.

Mit diesen letzteren Aufgaben bei der Verteidigung kommen wir nun auch zu der Möglichkeit der Verwendung dieser Fahrzeuge beim Angriff einer Blockadeflotte. Dieselben können hier von Nutzen sein zur Erkundung bezw. Zerstörung der Minen und Sperren, ebenso wie auch die halbversenkten Boote den folgenden Schlachtschiffen als Lotsen wertvolle Dienste zu leisten vermögen.

Aus den kurzen Anführungen geht hervor, dafs ein Unterwasserfahrzeug, selbst wenn es irgend welchen Kampfwert nicht besitzt, in anderer Hinsicht mit grofsem Erfolg Verwendung finden kann.

Was nun auf Grund der erwähnten Aufgaben die an die Unterwasserboote zu stellenden Anforderungen betrifft, so kann über diejenigen, welche an alle Schiffe zu stellen sind, und welche in möglichst grofser Geschwindigkeit bei möglichst grofsem Aktionsradius, in der Forderung möglichst grofser Manövrier- und Steuerfähigkeit bestehen, ohne weiteres hinweggegangen werden; auch das Verlangen der Möglichkeit einer vollständigen, wasserdichten Schliefsung kommt da selbstverständlich nicht in Betracht.

Die weiteren Anforderungen sind nun:

Grofse Festigkeit gegen jede Beanspruchung.

Leichtes, sicheres und schnelles Tauchen.

Die Gewährleistung des Auftauchens, auch wenn die gewöhnlich hierzu bestimmten Apparate versagen.

Möglichst hohe Geschwindigkeit auch unter Wasser.

Hohe Stabilität in jeder Lage.

Die Ermöglichung zur Beibehaltung guter Luft auch bei längerem Verbleiben unter Wasser.

Mittel zum freien Ausblick.

Während die Erfüllung obiger Forderungen für die nicht zum Kämpfen bestimmten Unterwasserfahrzeuge genügt, muſs für die fechtenden noch gefordert werden, daſs eine richtige und zweckmäſsige Armierung und eine genügende Ausrüstung mit Torpedos möglich ist.

Von der Festigkeit des Schiffskörpers hängt die Tiefe des Tauchungsvermögens ab. Bei dem Tiefgang der heutigen Schlachtschiffe würde ein solches von 12—14 m vollständig genügen. Jedoch muſs auch auf einen Wasserdruck in gröſserer Tiefe Rücksicht genommen werden, da das Boot unter Umständen gezwungen werden kann, zur Behebung kleiner Unordnungen den Meeresgrund aufzusuchen. Technische Schwierigkeiten, die Hülle genügend stark zu machen, stehen nicht entgegen. Da aber das Gewicht der letzteren einen gröſseren Prozentsatz des Gesamtgewichtes des Fahrzeuges ausmachen wird, als dieses bei den Überwasserschiffen der Fall ist, da ferner ein sehr hoher Grad von Beweglichkeit und, um diese zu erreichen, eine verhältnismäſsig geringe Gröſse des ganzen Fahrzeuges verlangt werden muſs, so ist damit zu rechnen, daſs, wenigstens vorläufig, das Fassungsvermögen aller dieser Fahrzeuge ein sehr geringes sein wird.

Das Untertauchen wird bis jetzt meist durch das Einlassen von Wasserballast ermöglicht, bei einigen Fahrzeugen unter Benutzung horizontaler Steuer. Hier dürften sich keine allzugroſsen Schwierigkeiten herausstellen, dagegen sind bei dem französischen „Narwal“ wiederholt Unordnungen entstanden, während der Antrieb beim Untertauchen von dem Petroleummotor auf die Dynamomaschine übergehen sollte.

Um ein Wiederauftauchen zu gewährleisten, befindet sich bei sämtlichen neueren Unterwasserfahrzeugen am Boden des Bootes auſsen ein sogenanntes Notgewicht, das beim Versagen der Ballast-Auspumpapparate vom Boot gelöst wird.

Was nun die Geschwindigkeit unter Wasser betrifft, so ist dieselbe selbstverständlich möglichst hoch anzustreben; sie wird aber stets infolge der gröſseren Reibung hinter derjenigen der auf der Wasseroberfläche fahrenden Schiffe erlangten zurückbleiben, und schon aus diesem Grunde erscheint es für Unterwasserboote aussichtslos, gegen Schlachtschiffe in offener See angriffsweise vorzugehen. Für die diesen Fahrzeugen in der Verteidigung zufallenden Aufgaben dürften die bis jetzt erlangten Geschwindigkeiten von 8 Knoten genügen, wenn auch selbstverständlich eine Steigerung anzustreben ist.

Der Antrieb unter Wasser geschieht jetzt fast ausnahmslos durch Elektrizität, nachdem sich verschiedene andere Versuche nicht bewährt haben. Da nun die Accumulatoren ein sehr grofses Gewicht, die jetzt vorhandenen Unterwasserfahrzeuge, wie schon gesagt, eine verhältnismäfsig geringe Tragfähigkeit haben, so ist die Mitnahme der Elektrizitätsmenge vorläufig sehr beschränkt und daher an eine gröfsere Steigerung der Geschwindigkeit und des Aktionsradius unter Wasser vorerst nicht zu denken.

Der kleine Raumgehalt des Fahrzeuges macht bei längerem Aufenthalt unter Wasser die Zuführung frischer Luft nötig. Diese wird in komprimiertem Zustand mitgeführt, die schlechte Luft wird ausgepumpt. Um auch eine möglichst geringe Verschlechterung der Luft herbeizuführen, bedient sich der Erfinder des „Goubet“ Batterien mit „Merkurisulfat“, da die Accumulatoren Wasserstoff ausscheiden, der zum Atmen nicht taugt.

Das gröfste Hemmnis für eine ausgedehnte Verwendung der Unterseeboote ist darin zu suchen, dafs man im Wasser so gut wie gar keinen Ausblick hat; 15—20 m bedeuten die höchste Grenze der Sichtigkeit, und gleicht daher die Schiffahrt unter Wasser gegenwärtig noch der Fahrt im dichten Nebel. Nur durch häufiges an die Oberflächekommen kann die zur Einhaltung der erforderlichen Richtung nötige Orientierung erzielt werden, und es ist sehr fraglich, ob dieses Problem des Sehens unter Wasser oder in der Wasserlinie auch nur bei geringem Seegang, der dem Boot unvermeidlich schwankende Bewegungen erteilt, überhaupt je so weit gelöst werden kann, um aus dem Unterwasserboot eine kriegsbrauchbare Angriffswaffe zur See zu machen.

Die verschiedenen Versuche, diesem Übelstande abzuhelfen, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt, denn das in Anwendung befindliche Periskop bietet nur einen schwachen Ersatz.

Das Periskop ist eine Röhre von 10—20 cm Durchmesser, welche teleskopartig verschiebbar ist und an ihrer Spitze ein Prisma trägt, durch welches horizontal eintretende Lichtstrahlen senkrecht nach unten geworfen werden, so dafs auf einer im Schiffsinnern befindlichen Platte ein Bild entsteht. Bei den Versuchen war es möglich, die Röhre bis zu einer Länge von 6 m, also bei einem gleichen Tiefgang des Fahrzeuges zu verwenden. Der Gesichtskreis des Periskops beträgt ungefähr 2 Seemeilen. Bei der Kleinheit des Apparates über Wasser kann er für ein Entdecken oder gar als Ziel-

objekt nicht gefährlich werden; seine Verwendung ist aber nur bei ruhigem Seegang möglich.

Wie diese wichtige Frage bei den neuen französischen Booten gelöst ist, ist nicht bekannt. Nach öffentlichen Mitteilungen des Marineministers Lokroy soll „das schwierigste Problem der unterseeischen Schiffahrt, das Sehen und Aufsuchen des Gegners unter Wasser, nunmehr befriedigend gelöst sein“.

Über irgend welche neuen Erfindungen in dieser Hinsicht ist noch nichts bekannt geworden, und man kann deshalb wohl annehmen, dafs es sich bei diesen Mitteilungen lediglich um technische Verbesserungen des Periskops handelt. Als Waffe ist bei allen Unterwasserfahrzeugen der Whitehead-Torpedo im Gebrauch; da jedoch alle diese Boote keine allzugrofse Stabilität besitzen, so geschieht die Bewegung des Geschosses fast ausnahmslos nur durch die eigenen maschinellen Vorrichtungen. Die Abstofsapparate befinden sich nach den gewonnenen Erfahrungen am zweckmäfsigsten aufserhalb des Fahrzeuges.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dafs in den letzten Jahren in der Frage der Unterwasserfahrzeuge stets Fortschritte zu verzeichnen waren, und sind nun bei den weiteren Bestrebungen zwei Richtungen zu unterscheiden: Werden unter dem Wasser Erkundigungs- bezw. Zerstörungsboote für die Verteidigungseinrichtung, Sperrboote oder ähnliche verlangt, so müssen dieselben in der Lage sein, vollständig untertauchen zu können, jedoch ist ihnen keine allzugrofse Sichtweite nötig; diese mufs dagegen von den eigentlichen Kampfbooten verlangt werden, sollen dieselben ihr Ziel mit einiger Sicherheit erreichen können. Für die letztere Art ist aber ein vollständiges Eintauchen gar nicht nötig. Es genügt ein Unterwasserfahren so tief, dafs nur der Ausguckturm für den Führer über Wasser bleibt, denn derselbe ist so klein, dafs erstens ein Entdecken überhaupt sehr schwierig ist, und er zweitens als Zielobjekt nicht zu gebrauchen sein dürfte. Aber selbst wenn das Feuer auf das heranfahrende Boot eröffnet wird, wird ein mit Ausnahme der Kuppel eingesenktes, somit von allen Seiten mittelst liquider Massen gepanzertes Fahrzeug nahezu unverwundbar sein, zum mindesten ein weit schwerer zu treffendes Ziel als ein gewöhnliches Torpedoboot abgeben. Für Angriffszwecke braucht also zunächst nicht darauf gedrungen zu werden, dafs die Fahrzeuge der Zukunft zu längeren Fahrten unter Wasser befähigt seien, sondern es ist der Torpedobootbau in der Richtung zu vervollkommnen, dafs man ein möglichst leistungsfähiges Oberflächenboot für zeitweiliges Untertauchen geeignet macht.

Für beide soeben angedeuteten Hauptrichtungen hat der Bau der Unterwasserfahrzeuge in der letzten Zeit wesentliche Fortschritte gemacht, und wenn erst denselben vollkommen genügt ist, wird das kämpfende Unterwasserfahrzeug von selbst entstehen.

Zwar wird ein solches Schiff in den Gesamtansichten der heutigen Seekriegführung keine bedeutenden Umwälzungen hervorrufen, aber es wird in allen Kriegsmarinen in nicht zu ferner Zeit einen nützlichen Hilfsfaktor abgeben.

Mit der Einführung der Unterwasserfahrzeuge in die Reihe der Kriegsschiffe drängt sich naturgemäfs auch die Frage auf: Wie werden diese Gegner bekämpft?

Mittel, um das Herankommen des nicht sichtbaren Fahrzeuges zu erkennen, sind schon vorhanden, indem hierzu ein auf dem Prinzip des Mikrophons beruhendes Instrument verwandt wird. Wie aber die Unschädlichmachung des unterseeischen Feindes stattfinden soll, ob durch Unterwasserfahrzeuge oder sonstige Schutzmittel, kann erst entschieden werden, nachdem genaue Einzelheiten über die Leistungsfähigkeit der neuen Erfindung bekannt sind.

Aufser Frankreich hat sich zunächst noch Nord-Amerika sehr eingehend mit der Frage der Unterseeboote befafst. Der Kongrefs der Vereinigten Staaten hat im vorigen Jahr die Marineverwaltung ermächtigt, zwei Unterwasserschiffe vom Typ „Holland“ anzukaufen, nachdem eine Kommission mit diesem Fahrzeug und einem verbesserten Modellboot desselben Typus eingehende Versuche, die zur vollen Zufriedenheit ausgefallen sein sollen, gemacht hat.

Der „Holland“, welcher von einer Privatgesellschaft erbaut worden ist, und dessen genauere Einzelheiten aus der oben stehenden Tabelle sowie der Abbildg. auf S. 437 zu ersehen sind, ist das sechste Boot seiner Art, nachdem bei seinen Vorgängern stets Verbesserungen angebracht worden sind. Die Armierung dieses Fahrzeuges besteht aus drei Lancierrohren, die zur Verwendung sowohl von Luft als auch von Pulver — gewöhnlich wird letzteres angewandt — eingerichtet sind. Aus T_1 (s. Fig.) werden Lufttorpedos im Gewicht von je 81 kg mit 45 kg Sprengladung, wovon sechs an Bord mitgeführt werden, abgeschossen. Die Schufsweite beträgt eine englische Meile. T_2 stöfst 45 cm Whitehead-Torpedos aus, von denen drei Stück mitgeführt werden. Aus T_3 werden 180 kg schwere, mit 45 kg Dynamit gefüllte Projektile unter Wasser entsandt, von denen fünf sich auf dem Boot befinden, und mit welchen eine Entfernung von 91 m erreicht worden ist.

Im Augenblick der Entladung wird durch eine besondere Vor-

richtung eine dem Gewicht des ausgeworfenen Geschosses entsprechende Wassermenge in den Kielbehälter aufgenommen.

Das Untertauchen geschieht mit Hilfe von einem Tiefensteuer und Wasserballast. Da es sich als besonderer Nachteil des „Holland“ herausstellte, dafs er bei dem Fahren auf der Wasseroberfläche wie ein Kork tanzte, so wurde ihm neuerdings ein Bleiballast von $1^1/_2$ Tons Gewicht an Bord gegeben.

Das oben erwähnte Modellboot mit der Bezeichnung „Holland VII“ ist im grofsen und ganzen wie das eben beschriebene eingerichtet, nur hat es gröfsere Dimensionen und erhält statt drei fünf Ausstofsrohre. Ebenfalls im Jahr 1897 lief der im Auftrag der nordamerikanischen Regierung erbaute, zigarrenförmige „Plunger“ vom Stapel, der nur für das Abfeuern von 45 cm Whitehead-Torpedos eingerichtet ist. Ein über dem Hauptspant befindlicher Auslugturm ist 10 cm stark gepanzert. Es sind zum Bewegen drei Schrauben vorhanden, die über Wasser durch getrennte Maschinen getrieben werden; unter Wasser tritt nur eine Schraube, meist die mittlere, in Thätigkeit.

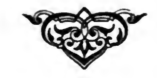
Für die horizontale und vertikale Steuerung ist je ein Ruder vorhanden, von denen das letztere sich auch automatisch bethätigt, aufserdem ist noch, um das Fahrzeug in der angemessenen Tiefe zu halten, ein in vertikaler Richtung arbeitender Propeller angebracht, der durch einen Hilfselektromotor in Thätigkeit gesetzt wird.

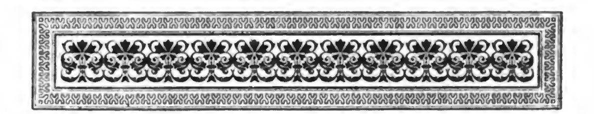
Mit diesen beiden Fahrzeugen werden von der Regierung der Vereinigten Staaten noch Versuche gemacht. Über weitere Absichten ist nichts bekannt.

In Italien, das den Unterwasserfahrzeugen ebenfalls reges Interesse entgegenbringt, wurde 1899 unter den Ober-Ingenieuren II. Kl. und den Ingenieuren I. Kl. ein Wettbewerb zur Ausarbeitung von Plänen für ein derartiges Boot ausgeschrieben. Über Wasser soll das neue Schiff wie ein Torpedoboot II. Kl. Verwendung finden können und unter Wasser die Anforderungen, die an ein unterseeisches Boot gestellt werden, erfüllen. Von Resultaten ist bisher keine Nachricht in die Öffentlichkeit gedrungen, ebenso wie man über das Unterwasserboot der italienischen Marine den „Detsino“, auf dessen Leistungsfähigkeit bei seinem Stapellauf im Jahre 1896 man grofse Hoffnungen setzte, nichts mehr hört.

In England hat man mit derartigen Fahrzeugen von seiten der Behörden noch keine praktischen Versuche gemacht. Jedoch hat sich im April d. J. der erste Lord der Admiralität dahin geäufsert, dafs

„den Unterseebooten jetzt grofse Aufmerksamkeit zugewendet würde, und dafs die Frage, wie dem Angriff derselben am besten zu begegnen sei, die Marine-Behörden beschäftige. Es scheine ihm sicher, dafs für eine Abwehr gegen diese Waffe in anderer Weise als durch Erbauung eigener Unterseeboote Sorge getragen werden müsse, denn es sei klar, dafs ein Unterwasserfahrzeug nicht gegen ein anderes fechten könne.“





Die Entstehung der Farbenempfindungen.

Von Dr. V. Estel in Chemnitz.

Die Freude an der uns umgebenden bunten Farbenwelt hat von jeher den Wunsch erregt, über das Wesen der Farben und über die Entstehung der Farbenempfindungen genaueren Aufschlufs zu erhalten. Die Ansicht der Alten, die Farben seien ein vom Körper in unser Auge oder gar von unserem Auge auf den Körper ausgestrahlter Stoff, hat seit Newton der Erkenntnis weichen müssen, dafs die Farben physikalisch Lichtschwingungen sind, die sich durch die Schwingungsdauer und die Wellenlänge unterscheiden. Es ist bekannt, dafs ein schmaler weifser Lichtstrahl nach seinem Durchgange durch ein Glasprisma in einen breiten buntfarbigen Streifen aufgelöst wird, das Spektrum. Läfst man einen schmalen Streifen desselben wieder durch ein neues Prisma gehen, so erhält man zuletzt einfarbiges, sogenanntes homogenes Licht, in dem sich nur Schwingungen von einer Wellenlänge nachweisen lassen. Von solchem homogenen Licht ist im folgenden stets die Rede, nicht von den uns geläufigeren Körperfarben, die sich deshalb anders verhalten, weil ein von weifsem Licht getroffener Körper immer nur einen Teil dieses Lichts zurückwirft, den anderen Teil verschluckt (absorbiert), so dafs die Körperfarben oft aus sehr vielen, nach Wellenlänge und Schwingungszahlen verschiedenen Schwingungen zusammengesetzt sind. Vereinigt man die im ersten Spektrum enthaltenen Farben durch eine Sammellinse, so erhält man wieder weifses Licht. Es ist dazu aber nicht notwendig, alle Farben des Spektrums zu nehmen; es genügt, wenn man drei richtig ausgewählte, etwa Rot, Grün und Violett, zusammenfafst; die Bestandteile einer jeden solchen Zusammenstellung nennt man Grundfarben. Mischt man von ihnen zwei für sich, in dem angegebenen Beispiel etwa Rot und Violett zu Purpur, und vereinigt die erhaltene Mischfarbe mit der dritten, hier

dem Grün, so erhält man wieder Weifs. Die beiden Farben Purpur und Grün nennt man komplementäre Farben; als solche seien aufser den genannten noch angeführt Orange und Grünblau, Gelb und Blau, Gelbgrün und Indigoblau.

Viel schwieriger als die Frage nach dem Wesen der Farben ist die nach der Entstehung der Farbenempfindungen zu beantworten. Um hierüber Klarheit erhalten zu können, ist es notwendig, den Gang der Lichtstrahlen im Auge zu verfolgen und die Elemente kennen zu lernen, die die Licht- und damit auch die Farbenempfindungen vermitteln. Denn dafs das Auge die Empfindung selbst nicht hat, diese vielmehr erst im Centralorgan, dem Gehirn, zustande

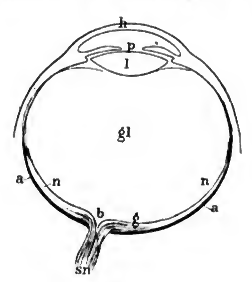


Fig. 1.

kommt, darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Auf seinem Wege durch die Hornhaut (h in Figur 1, die einen horizontalen Durchschnitt durch das Auge darstellt), die Pupille (p), die Linse (l) und den Glaskörper (gl), der nach hinten durch eine feine dunkle, bräunlich-rote Haut, die Aderhaut (a), begrenzt wird, durchdringt der Lichtstrahl eine zarte weifse Haut, die Netzhaut (n), die vor der Aderhaut liegt. Letztere wird an einer Stelle, die etwas nach der Nase liegt, von dem Sehnerven (sn) durchbrochen, der sich dann umbiegt und in die Netzhaut übergeht. In dieser unterscheidet man (Figur 2) vom Glaskörper (gl) her bis an die Aderhaut (a) heran im ganzen neun verschiedene Schichten, deren äufserste, der Aderhaut am nächsten liegende, die sogenannten Stäbchen (st) und Zapfen (z) enthält. Diese Gebilde finden sich nicht an der Stelle, wo der Sehnerv eintritt; sie sind sehr zahlreich in der Augenmitte und in wechselnden Mengen und wechselnder Verteilung in den übrigen



Teilen der Netzhaut enthalten. Die Eintrittsstelle des Sehnervs ist nun für Lichteindrücke unempfindlich; man kann diesen sogenannten blinden oder Mariotteschen Fleck (b in Figur 1) durch einen einfachen bekannten Versuch leicht nachweisen. Andrerseits ist die Augenmitte, die sich durch eine gelbliche Färbung von den übrigen Teilen der Netzhaut auszeichnet und deshalb gelber Fleck (g) oder ihrer etwas vertieften Form wegen Netzhautgrube genannt wird, für Licht besonders empfindlich, insofern wir an dieser Stelle besonders scharf sehen und auch alle Farben am deutlichsten unterscheiden. Daraus schliefst man, dafs von allen Teilen der Netzhaut die Stäbchen und Zapfen allein Lichtempfindungen vermitteln, ein Schlufs, der noch dadurch sicherer wird, dafs man bei geeigneter, besonders schräger Beleuchtung den Schatten der eigenen Netzhautgefäfse wahrnehmen kann, die lichtempfindlichen Elemente also hinter diesen liegen müssen. Ob nun die Lichtwellen direkt auf die Stäbchen und Zapfen wirken, nachdem sie die übrigen acht Schichten der durchsichtigen Netzhaut durchdrungen haben, oder ob sie an der Aderhaut reflektiert werden, und mit den später eintretenden zusammen stehende Wellen bilden und dann erst auf die empfindlichen Elemente einwirken, wie Darzens meint, bleibe dahingestellt.

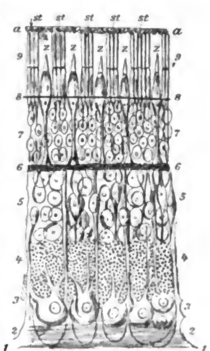


Fig. 2.

Stäbchen und Zapfen sind in gleicher Weise aus einem Aufsen- (der Aderhaut zugewendeten) und einem Innengliede (nach den anderen Schichten der Netzhaut und dem Glaskörper hin) zusammengesetzt, doch unterscheiden sie sich etwas in der Form. Die beiden Glieder der Stäbchen sind mehr oder minder cylindrisch geformt, das Innenglied des Zapfens ist spindelförmig, das Aufsenglied kegelförmig. Vor allem aber unterscheiden sich die beiden Elemente dadurch, dafs die Aufsenglieder der Stäbchen mit einem purpurroten Farbstoff versehen sind, dem Sehpurpur, der den Zapfen vollständig fehlt. Dieser Farbstoff behält seine Farbe nur so lange, als er im Dunkeln gehalten wird; dem Lichte ausgesetzt, verbleicht er rasch zu Gelb und zuletzt zu Weifs, nimmt aber im Dunkeln seine ursprüngliche Farbe wieder an. Endlich unterscheiden sich die Stäbchen und Zapfen hinsichtlich ihrer

Verteilung in der Netzhaut; der gelbe Fleck enthält nur Zapfen, die äufserste Peripherie der Netzhaut nur Stäbchen; in den zwischenliegenden Teilen kommen beide gemischt vor, und zwar derart, dafs nach dem Centrum, dem gelben Flecke hin, die Zapfen, nach der Peripherie hin die Stäbchen überwiegen.

Die älteste und bekannteste Theorie zur Erklärung des Farbensehens stammt von Th. Young und lehrt in der Darstellung, die ihr Helmholtz gegeben hat, dafs es im Auge drei lichtempfindliche Elemente giebt, (entsprechend den drei Grundfarben, aus denen man Weifs herstellen kann), die sich gegen verschiedenfarbiges Licht verschieden verhalten. Jede Art wird von der einen Grundfarbe besonders stark, von den anderen bedeutend schwächer erregt. Nimmt man also als Grundfarben Rot, Grün und Violett, wie dies Young und Helmholtz thun, so reagiert die eine Art der lichtempfindlichen Elemente besonders stark auf rotes Licht, die ihm angehörigen Sehelemente heifsen deshalb die rotempfindlichen, die anderen demnach die grün- und violettempfindlichen. Werden zwei verschiedenartige Sehelemente gleichzeitig erregt, so entsteht die Empfindung einer Mischfarbe; werden alle drei Arten zu gleicher Zeit in richtigem Stärkeverhältnis gereizt, so entsteht die Empfindung Weifs. Die lichtempfindlichen Elemente selbst suchte man zunächst in den oben beschriebenen Stäbchen und Zapfen und der hinter ihnen gelegenen Aderhaut, und zwar vermutete man, dafs die Einwirkung des Lichts eine mechanische sei, d. h. die Sehelemente in Schwingungen versetze. Nach der Entdeckung des Sehpurpurs (1876) wurde diese mechanische Wirkung durch eine photochemische ersetzt; man nahm an, dafs es im Auge drei chemisch zersetzbare Körper wie den Sehpurpur gäbe, von denen jeder durch eine der Grundfarben besonders stark beeinflufst werden sollte. Die seit etwa 100 Jahren bekannten Erscheinungen der Farbenblindheit erklärte die Young-Helmholtzsche Theorie entweder einfach durch gänzlichen Wegfall einer Art der Sehelemente oder später dadurch, dafs zwei oder alle drei Arten sich in ihrem Verhalten gegenseitig nähern, wodurch im ersten Falle die Unterscheidung zweier Grundfarben erschwert oder unmöglich gemacht wird, im letzteren Falle aber überhaupt jedes Farbenunterscheidungsvermögen verschwindet.

Nun ist von den drei angenommenen photochemisch veränderlichen Sehstoffen nur der eine, der Sehpurpur, wirklich bekannt; die beiden anderen sind ihrer etwaigen Färbung und Empfindlichkeit nach ganz unbekannt. Nur in einzelnen Stäbchen des Froschauges

fand man einen grünen Farbstoff, der im Lichte genau so wie der Sehpurpur, nur langsamer, bleichte. Die sonst bei Vögeln in den Innengliedern der Zapfen auftretenden roten, gelben und grüngelben Farbstoffe können mit dem Sehpurpur nicht verglichen werden, da sie vollständig lichtbeständig sind. Um sich daher von diesen hypothetischen Sehstoffen unabhängig zu machen, verlegte man die Farbenunterscheidung in das Gehirn, indem man den Netzhautelementen die Fähigkeit der Farbenunterscheidung absprach und sie nur als Vermittler, als Leiter der Lichtwellen auffafste, oder man kehrte zur mechanischen Erklärung zurück; dabei sollten die Zapfen die alleinigen Elemente zur Erkennung der Farben sein, indem sie aus drei Gruppen verschiedenlanger Fasern zusammengesetzt seien, die den Grundfarben entsprechende Schwingungen ausführen könnten; den Stäbchen wurde eine ganz andere Funktion zugewiesen, auf die wir weiter unten zurückkommen werden.

Diese Dreifarbentheorie fand ihrer Einfachheit halber und wegen der Autorität ihres Vertreters Helmholtz bald überall Aufnahme und Anhänger, die sich in schwierigen und scharfsinnigen Untersuchungen bemühten, sie weiter auszubauen und genauer zu begründen. Ihr gegenüber trat die viel weniger allgemein bekannte Farbentheorie Herings, die wir aus sofort erkennbar werdenden Gründen kurz als Vierfarbentheorie bezeichnen wollen. Danach hat das Auge sechs verschiedene Grundempfindungen, aus denen alle anderen zusammengesetzt werden können: Weifs, Schwarz, Urgelb, Urblau, Urrot und Urgrün. Diese sechs Komponenten der Farbenempfindungen sind aber nicht ganz gleichartig, insofern als jede farbige Empfindung, sobald sie nicht eine der vier zuletzt genannten Grundempfindungen ist, stets auch eine der beiden farblosen Komponenten, Weifs und Schwarz, besitzt; je schwächer diese ist, desto gesättigter ist die Farbenempfindung. Nicht alle Grundempfindungen können gleichzeitig erregt werden, ohne sich gegenseitig zu stören; so ist das gleichzeitige Bestehen von gelben und blauen Empfindungen ausgeschlossen, ebenso das von grünen und roten. Die Grundempfindungen werden nämlich hervorgerufen, indem die Lichtstrahlen auf Sehsubstanzen chemische Wirkungen ausüben, die entweder in einer Zersetzung (Dissimilierung) oder in der Wiederherstellung (Assimilierung) der Sehsubstanz bestehen. Es giebt also nur drei Sehsubstanzen, drei Dissimilations- und drei Assimilationsprozesse; die eine Sehsubstanz giebt bei der Zersetzung die Empfindung Weifs, die andere Gelb, die dritte Rot: bei der Wiederherstellung die erste

Schwarz, die zweite Blau, die dritte Grün. Da nun nicht gleichzeitig Dissimilations- und Assimilationsprozesse in einer Sehsubstanz entstehen können, ohne sich gegenseitig zu stören oder bei gleicher Stärke sich ganz aufzuheben, so können gelbe und blaue Empfindungen in gleicher Stärke nicht zusammen vorkommen, ebensowenig wie rote und grüne. Gelb und Blau, Rot und Grün heifsen deshalb auch Gegenfarben. Farben, die nur eine der Grundempfindungen Urgelb, Urblau, Urrot, Urgrün hervorrufen, giebt es nun nicht; jede objektive Farbe erregt immer mehrere Grundempfindungen, sie hat, wie Hering sagt, mehrere optische Valenzen, insbesondere enthält sie stets eine mehr oder minder starke weifse bez. schwarze Valenz. Fällt nun auf die Netzhaut zusammengesetztes Licht, das gleichzeitig rote und grüne Sondervalenz besitzt, so hebt der eine Prozefs den entgegengesetzten ganz oder teilweise auf; im letzteren Falle wird dann die bei beiden Bestandteilen vorhandene und den geschwächten farbigen Sondervalenzen gegenüber kräftig hervortretende weifse Sondervalenz die Sättigung der Farbe herabsetzen, die Farbe wird weifslich erscheinen; im anderen Falle tritt die vollständige Aufhebung aller farbigen Sondervalenzen ein; es entsteht die Empfindung Weifs. Genau dasselbe ergiebt sich, wenn das Licht aus Gelb und Blau zusammengesetzt ist. Während also nach der Dreifarbentheorie die Empfindung Weifs das Ergebnis einer Summation ist, ergiebt sich nach Hering Weifs als Rest von farbigen Empfindungen, deren farbige Valenzen sich gegenseitig zerstören.

Dem total Farbenblinden fehlt die Fähigkeit, die den farbigen Empfindungen entsprechenden Prozesse zu erzeugen; er hat also bei der Betrachtung des Spektrums nur die Empfindung der weifsen Sondervalenzen der einzelnen Farben, und da diese im Grün am gröfsten ist, erscheint ihm die Helligkeit des grauen Bandes, das er anstatt des Spektrums sieht, an dieser Stelle am gröfsten. Dem partiell Farbenblinden fehlt nur die Möglichkeit, zwei der farbigen Prozesse zu erzeugen, also entweder den rotgrünen oder den blaugelben. Einem solchen Auge scheint im ersteren Falle das Spektrum aus einem gelben und einem blauen Teile zu bestehen, die in der Mitte durch ein grauweifses Band getrennt sind; im anderen Falle zeigt das Spektrum zwei weifsgraue Gebiete an den Stellen, wo das farbentüchtige Auge Gelb und Blau sieht, während sich die Enden und die Mitte in roten und grünen Tönen bewegen. Da nicht nur ein Prozefs fehlen kann, sondern immer der entgegengesetzte zu gleicher Zeit mit fehlen mufs, so kann es keine Rotblinden geben,

die grüne Farbentöne als solche erkennen könnten, und keine Grünblinden, die Rot empfinden. Hering nennt daher auch die beiden Arten der Farbenblinden Rotgrün- bez. Gelbblauverwechsler.

Die oben genannten farblosen und farbigen Prozesse unterscheiden sich einmal dadurch, dafs der farblose Prozefs bei jeder Intensität des einfallenden Lichts eingeleitet wird, die farbigen dagegen erst dann auftreten, wenn die Intensität des Lichtes eine gewisse untere Grenze überschritten hat und weiter dadurch, dafs die farbigen Assimilationsprozesse nur durch einfallendes Licht, der Schwarzprozefs aber auch durch die regenerierende Thätigkeit des sauerstoffreichen Blutes erfolgt. Dadurch erklärt Hering die Erscheinung, dafs ein farbentüchtiges Auge das Spektrum bei minimaler Beleuchtung genau in derselben Weise sieht, wie der total Farbenblinde bei beliebiger Intensität, und ferner, dafs bei fortdauernder Einwirkung eines Lichts die farbige Empfindung immer mehr verblafst, dafs jede farbige Empfindung bei hoher Intensität in Weifs übergeht und jede Mischung von Farbenempfindungen mit einer Herabsetzung der Sättigung verbunden ist.

Was gegen die Dreifarbentheorie eingewendet wurde, gilt ebenso gegen die Heringsche Vierfarbentheorie; es fehlen vorläufig wenigstens noch die drei Substanzen, deren Dissimilation und Assimilation die sechs Grundempfindungen geben. Aufserdem hat Herings Theorie viele Gegner in Bezug auf ihre Erklärung der Farbenblindheit gefunden, da aus der überwiegenden Mehrzahl der Untersuchungen von Farbenblinden geschlossen werden mufs, dafs es in der That Rotblinde giebt, die nicht gleichzeitig für Grün unempfindlich sind und umgekehrt.

Die gegen die Heringsche Farbenlehre erhobenen Einwände führten Wundt dazu, zunächst den Antagonismus zwischen Weifs und Schwarz zu beseitigen, der ja auch schon bei Hering durchaus nicht dem Antagonismus der farbigen Empfindungen entspricht. Nach Wundts Theorie befindet sich die Netzhaut, abgesehen von allen inneren und äufseren Einwirkungen auf dieselbe, in dem Zustande einer inneren Dauererregung, der die Empfindung Schwarz entspricht. Bei vorhandenen äufseren Lichtreizen begleitet diese Empfindung die durch die Reize ausgelösten und bestimmt dadurch den Eindruck des gröfseren oder geringeren Dunkels derselben, bei Mangel äufserer Reize bleibt sie allein zurück. Jedes Licht löst in der Netzhaut zwei verschiedene Reizvorgänge aus, einen achromatischen und einen chromatischen. Bei Einwirkung homogenen Lichtes

sind die Stärken der Erregung beider Reizvorgänge je nach der Intensität des Lichts verschieden; bei schwächeren Intensitäten tritt zunächst nur die achromatische Erregung auf, bei wachsender Intensität nimmt die relative Stärke der chromatischen Erregung zu, und bei den gröfsten Intensitäten erhält wieder die achromatische das Übergewicht. Die achromatische Erregung hängt hauptsächlich von der Amplitude der Schwingungen, aber auch von der Wellenlänge ab, insofern sie für die Farben des Spektrums von Rot bis Grün zu-, von da bis ans violette Ende wieder abnimmt, wenn alle Farben mit gleicher objektiver Energie auftreten. Die chromatische Erregung hängt hauptsächlich von der Wellenlänge, aber auch von der Amplitude der Schwingungen ab, und zwar bedingt die Wellenlänge den Farbenton, die Amplitude den Sättigungsgrad der Empfindung. Die achromatische Erregung ist ein durchaus gleichförmiger photochemischer Prozefs, der sich bei veränderter Wellenlänge nur in seiner Intensität ändern kann. Die chromatische Erregung besitzt zwei Eigenschaften, die wir hier zum ersten Male auftreten sehen: sie ist mit der Wellenlänge in unmerklichen Abstufungen veränderlich und sie ist annähernd periodisch. Es ist nämlich die Wellenlänge des violetten Endes des sichtbaren Spektrums nur halb so grofs als am roten Ende, und die durch beide Enden hervorgerufenen Empfindungen sind sich sehr ähnlich, etwa wie zwei um eine Oktave auseinanderliegende Töne. Zwischen den Enden aber giebt es Empfindungen, deren Wirkungen infolge der verschiedenen Wellenlänge einander derartig entgegengesetzt sind, dafs sie sich vollständig kompensieren können und dann nur die achromatische Erregung übrig bleibt. Solche farbigen Empfindungen würden den komplementären Farben bei Helmholtz und den Gegenfarben bei Hering entsprechen. Infolge dieser veränderten Auffassung bedarf die Wundtsche Theorie die von Helmholtz und Hering angenommenen drei verschiedenen Substanzen nicht, sie würde mit zwei besonderen Organen zur Aufnahme der chromatischen und der achromatischen Erregung ausreichen. Wundt unterläfst es aber, diese Organe in den bekannten Netzhautelementen zu unterscheiden.

Die von Hering angebahnte, von Wundt durchgeführte Trennung der Lichtempfindungen in farblose und farbige ist es nun, die alle neueren Farbentheorien von den früheren unterscheidet, so verschieden auch die Wege sind, auf denen man zu diesem Resultate gelangte. Als einer der ersten ist hier der Franzose Charpentier zu nennen, der auf Grund eingehender Versuche zu folgender Theorie

gelangte. Das Auge besitzt zweierlei Fähigkeiten: die eine vermittelt den unbestimmten Eindruck der Helligkeit, sie ist auf allen Teilen der Netzhaut gleich stark; die andere, die in der Netzhautgrube am stärksten auftritt, giebt einerseits die Empfindung der Farbe, andererseits die Unterscheidung der Form. Für diese besonderen Fähigkeiten giebt es auch besondere Elemente, die Charpentier als die „lichtempfindlichen“ und die „Sehelemente“ unterscheidet. Die ersteren werden durch die schwächsten Lichtintensitäten erregt und geben für Strahlen jeder Brechbarkeit dieselbe farblose Empfindung. Könnten die anderen Elemente für sich allein erregt werden, so würden sie ebenfalls farblose Empfindungen vermitteln, die vielleicht von den vorhergehenden verschieden, aber doch im grofsen und ganzen der Empfindung Weifs analog, für alle Strahlen des Spektrums dieselben und nur durch die Amplitude der Schwingungen verschieden sein würden. Für gewöhnlich werden aber beide Elemente gleichzeitig erregt; das Centralorgan, das beide empfängt, wird in Schwingungen versetzt, die nicht mehr einfach und von der Wellenlänge unabhängig sind. Diese für verschiedene Lichtstrahlen verschiedene besondere Form der Schwingungen des Centralorgans verleiht dem Lichteindruck die Farbe. Bedingt ist diese Verschiedenheit durch die Phasendifferenz der Schwingungen. Die Sehelemente zeigen nämlich allen Lichtstrahlen gegenüber dieselbe Trägheit; die zu ihrer Erregung nötige Zeit ist bei allen Strahlen dieselbe, sie beginnen also ihre Schwingungen auch für Strahlen jeder Wellenlänge zu derselben Zeit. Anders die lichtempfindlichen Elemente: bei diesen ist die Trägheit verschieden je nach der Brechbarkeit der einwirkenden Strahlen. Nimmt man nun noch an, dafs die Wellenlänge der Schwingungen der lichtempfindlichen Elemente dieselbe oder ein genaues Vielfaches oder ein Bruchteil von der Wellenlänge der Schwingungen der Sehelemente ist, so ist es leicht einzusehen, dafs zwischen den Schwingungen beider Elemente bei Reizung durch ein und denselben Lichtstrahl ein Phasenunterschied entstehen mufs, der sich mit der Brechbarkeit der Strahlen ändert, so dafs jedem bestimmten Lichtstrahl stets ein bestimmter Phasenunterschied entspricht. Wirken nun gleichzeitig zwei verschiedene Lichtstrahlen und versetzen die lichtempfindlichen Elemente in Schwingungen, die sich gerade um eine halbe Wellenlänge unterscheiden, so heben sich diese Schwingungen auf, und es bleiben nur die der Sehelemente übrig; da diese aber keinen Phasenunterschied zeigen, so kann auch keine Farbe mehr empfunden werden, es tritt die Empfindung Weifs ein, die beiden Lichtstrahlen

nennen wir komplementär. So nahe es nun gelegen hätte, diese beiden Elemente in den Stäbchen und Zapfen der Netzhaut zu erblicken, spricht sich Charpentier doch nicht dafür aus, läfst es sogar zweifelhaft, ob man nicht eines dieser Elemente oder beide im Gehirn selbst suchen müsse.

Von ganz anderen Untersuchungen ausgehend, gelangte Parinaud zu einer Theorie, die mit der eben skizzierten grofse Ähnlichkeit hat. Auch er spricht dem Auge dieselben beiden Fähigkeiten zu, nämlich die eine Intensitäten, und die andere Farbe und Form zu erkennen. Beide Fähigkeiten sind an bestimmte Nervenelemente der Netzhaut gebunden. Als solche unterscheidet Parinaud die Zapfen und die Stäbchen. Die Zapfen sind von Sehpurpur frei, ihre Reizung erfolgt auf physikalischem Wege; die Stäbchen enthalten Sehpurpur, ihre Reizung erfolgt durch chemische Zersetzung desselben. Dieser letztere Vorgang giebt uns nur die Empfindung der Helligkeit, läfst uns Intensitätsunterschiede erkennen; die Reizung der Zapfen aber bedingt die Empfindungen für Farbe und Form sowohl, als auch für Helligkeit, die erst im Gehirn voneinander geschieden werden. Zu dieser Annahme kommt Parinaud aus folgenden Gründen. Wir sind nicht bei allen Intensitäten und bei jedem Zustande des Auges im stande, alle Farben gleich gut zu erkennen. Im helladaptierten Zustande, d. h. wenn auf das Auge längere Zeit hindurch gröfsere Lichtintensitäten gewirkt haben, erkennen wir bei gleicher Lichtstärke die gelbe Farbe am besten, während zur Erkennung von Grün, Rot, Blau und Violett eine in dieser Reihenfolge steigende Lichtstärke erforderlich ist. Hat aber das Auge längere Zeit im Dunkeln geweilt, ist es dunkeladaptiert, so wächst seine Empfindlichkeit für die Farben mit der Brechbarkeit derselben von Rot bis Blau. Nur an einer Stelle der Netzhaut, der Netzhautgrube, ist von dieser wechselnden Empfindlichkeit nichts zu spüren. An eben dieser Stelle befinden sich aber, wie bereits oben bemerkt wurde, die Zapfen, die vom Sehpurpur frei sind; man mufs daher annehmen, dafs der Sehpurpur die verschiedene Empfindlichkeit des verschieden adaptierten Auges bedingt. Da die Reizung der Stäbchen in einer chemischen Wirkung der Lichtstrahlen auf den Sehpurpur besteht, so mufs sie durch die chemisch wirksameren Strahlen auch kräftiger sein.

Auch in Deutschland hat man sich neuerdings wohl allgemein dieser Scheidung der Netzhautelemente in nur lichtempfindliche und in farbenempfindliche angeschlossen. Abgesehen von Max Schultze, der bereits im Jahre 1866 auf Grund seiner physiologischen Forschungen

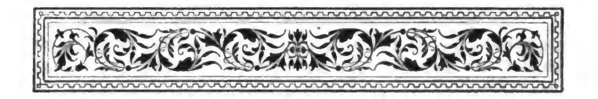
zu diesem Resultate kam, ist der erfolgreichste Vertreter dieser Anschauung Joh. von Kries. Weil bei dunkeladaptiertem Auge und sehr geringen Lichtintensitäten die Farbenempfindung fehlt, die Empfindlichkeit für schwaches Licht besonders hoch gesteigert ist, die mittleren und kurzwelligen Strahlen des Spektrums dem Rot gegenüber begünstigt werden, diese Begünstigung aber in der Netzhautgrube sich nicht vorfindet, hier vielmehr alle Lichtstrahlen gleich gut empfunden werden und zwar auch sofort in ihrer Farbe, sobald bei gröfserer Intensität sie nur überhaupt empfunden werden, in der Netzhautgrube aber die Stäbchen fehlen und nur Zapfen enthalten sind, so schlofs v. Kries, dafs der Stäbchenapparat total farbenblind, den brechbareren Strahlen gegenüber empfindlicher und für schwaches Licht von einer hochgradigen Adaptationsfähigkeit sei. Den anderen im Auge vorhandenen Apparat, die Zapfen, teilt er in drei durcheinandergemengte Gruppen. Von dem Verhältnis der Erregung dieser drei Komponenten hängt die Farbigkeit der Empfindung ab; bei einem bestimmten Verhältnis, das v. Kries Äquivalenz nennt, verschwindet die Farbenempfindung; jede Abweichung von diesem Verhältnis läfst sie wieder auftreten. Die farblose Empfindung entsteht also sowohl durch blofse Reizung des Stäbchenapparates bei geringen Intensitäten oder indirektem Sehen, als auch bei äquivalenter Reizung des Zapfenapparates bei gröfseren Intensitäten.

Wie aus dem Vorstehenden sich ergiebt, haben vor allem die Ansichten über den Sehpurpur eine grofse Wandlung erfahren. Nach seiner Entdeckung wurde er sofort als „Sehstoff“ angesehen, d. h. als ein Stoff, dessen chemische Zersetzung durch das Licht die ihn enthaltenden Nervenfasern in Erregung versetzt. Helmholtz betrachtete ihn als einen von den drei seiner Theorie nach notwendigen Sehstoffen, von denen die beiden anderen hypothetisch blieben. Dem gegenüber steht nun die neuere Ansicht über den Sehpurpur, die in ihm nur einen Adaptationsstoff sieht, der in unzersetztem Zustande die ihn enthaltenden Stäbchen zur Wahrnehmung auch der geringsten Lichtintensitäten fähig macht, in zersetztem Zustande, d. h. nach Einwirkung hellen Lichtes, dieselben vor der weiteren allzureichlichen Inanspruchnahme durch das Licht schützt. Ist diese Anschauung über die Funktionsweise des Sehpurpurs richtig, so verlieren alle die Theorien, die sich auf die Annahme von weiteren Sehstoffen gründen, vollständig den Boden. Es ist an sich schon unwahrscheinlich, dafs es in einem anatomisch so genau untersuchten Organe, wie es das menschliche Auge ist, Stoffe geben sollte, deren Vorhandensein sich

noch nie hat beweisen lassen. Noch unwahrscheinlicher werden diese Stoffe, wenn dem einzig wirklich vorhandenen Stoffe, nach dessen Analogie man jene funktionieren läfst, die ihm zugeschriebene Wirkungsweise gar nicht zukommt. Man hat daher schon immer versucht, neben den auf die Annahme von chemisch zersetzbaren Sehsubstanzen gegründeten Theorien solche aufzustellen, die ohne Sehstoffe auskommen. In der einen Gruppe dieser Theorien verlegt man die Entstehung der Farbenempfindung in das Gehirn, während in der Netzhaut die Reize unterschiedslos aufgenommen werden; in der anderen Gruppe ersetzt man die photochemische Wirkung auf die Sehsubstanzen durch eine photomechanische der Netzhautelemente.

Wenn nun auch die Lehre von der Scheidung der Gesichtsempfindungen in solche der Helligkeit und der Farbe und im Zusammenhange damit die Lehre von der verschiedenen Funktionsweise der Stäbchen und Zapfen vollständig einwandfrei und allgemein anerkannt wäre, so bleiben doch immer noch in Bezug auf das eigentliche Farbensehen Zweifel und Unsicherheiten genug bestehen, die in den Verschiedenheiten der aufgestellten Theorien zur Erscheinung kommen. Was zunächst die Anzahl der angenommenen Grundempfindungen betrifft, so kann man nach wie vor, selbstverständlich mit den notwendig gewordenen Abänderungen, Theorien mit drei oder vier oder einer unbestimmten Anzahl von Grundempfindungen aufstellen; dieselben können gleichberechtigt nebeneinander stehen und unabhängig von einander sein, oder sie können zu Paaren von Gegenfarben verbunden sein, von denen immer die eine die andere ausschliefst. Die Unterscheidung der Farben kann nach der einen Theorie bereits in den Netzhautelementen, nach einer anderen erst im Gehirn erfolgen; die Wirkung des Lichts auf die Netzhautelemente kann eine photochemische oder eine photomechanische sein. Wir sind daher von einer allgemein anerkannten Farbenlehre noch weit entfernt, und es wird voraussichtlich noch viel Zeit vergehen und viel Arbeit erforderlich sein, ehe man über die Entstehung der Farbenempfindungen genügend genauen Aufschlufs erhält.





Schmuck aus der Tierwelt.

Von Dr. **Dahms** in Danzig.

Die Neigung des Menschen, sich mit Zierat zu versehen, ist so alt wie er selbst. Nach Ansicht mancher Ethnographen ist der Schmucktrieb bereits vor dem Bedürfnis der Kleidung und deshalb auch in der Urzeit vor dem Auftreten der Gewandung vorhanden gewesen. Der Wilde fügt sich den Gesetzen der herrschenden Mode sklavischer als der Geck in unseren civilisierten Ländern. Niemand geht dort ohne Schmuck einher, während bei uns viele weder an ihrem Gewande noch an ihrem Körper eine schmückende Zuthat aufweisen. Ein tiefer Sinn ist jedenfalls nicht zu verkennen, denn Schmuck bedeutet Auszeichnung. Werden doch auch heute in ähnlicher Weise Jagdtrophäen getragen wie in der Vorzeit oder bei unkultivierten Völkern, freilich in einer weniger auffälligen Weise. Auch jetzt noch trägt man an der Uhrkette „Hirschgrandeln", Hauer vom Eber oder gar Zähne vom Elch, wenn es dem glücklichen Jäger vergönnt war, solch ein Tier zu erlegen. Wie stolz ist dieser, wenn man ihn fragt, auf welche Weise er zu dem Stück gekommen ist. Er benutzt dann nur zu gern die Gelegenheit, um uns mit mehr oder weniger schmückendem Beiwerk die betreffende Jagd zu schildern. Ähnlich sind die Zierstücke, welche Seeleute von ihren Reisen heimbringen; hier ist es ein Spazierstock, welcher aus der Wirbelsäule eines Haifisches hergestellt ist, dort eine Berlocke, die aus dem meist in Messing gefafsten Deckel der Kreiselschnecke (cat-eye) besteht. In entsprechender Weise ist es auch zu erklären, wenn früher die aus Jerusalem heimkehrenden Pilger Hut und Mantel mit einer fremdländischen Muschel, der sogenannten Pilgermuschel — auch Jakobsmantel genannt — (Pecten Jacobaeus), schmückten.

Bei ungebildeten oder wilden Völkern ist ferner Zierat soviel wie Reichtum und Anzeichen desselben. Deshalb sind Schmuck und Geld lange Zeit hindurch gleichwertig gewesen. Ein allgemein beliebter Schmuckgegenstand, welcher bereits zwischen verschiedenen

Stämmen Gegenstand des Tauschhandels war, hatte bei einiger Dauerhaftigkeit des Materials bleibenden Wert. Handliche Form und geringe Gröfse konnten ihn leicht zu einem Wertmesser machen, besonders, da bei den niederen Kulturstufen ein Wechsel in der Mode weniger leicht vor sich geht als bei uns. So werden Schnüre von Kaurischnecken, Muscheln, Zähne des Pottwals u. s. w. sowohl vom prähistorischen Menschen wie vom heutigen Wilden getragen; vielleicht besafsen und besitzen derartige Stücke dieselbe Beliebtheit wie heute noch die Ketten und Panzer aus Münzen in manchen Bezirken südslavischer Gebiete bei Frauen und Mädchen. Jedermann führte seine ganze fahrende Habe in Form von Schmuck lange Zeit sowohl der Sicherheit wegen, wie auch aus dem alten menschlichen Triebe, sich bewundern zu lassen, auf seinem Leibe mit sich.

Die Schalen von Muscheln und Schnecken sind bereits lange als Schmuckgegenstände im Gebrauch. Da sie sowohl der Verwitterung wie der Nässe widerstehen und deshalb leicht rein zu halten sind, haben sie besonders bei angenehmer Glätte und schöner Färbung das Auge auf sich gelenkt. An der Hand von Naturprodukten, die ganz bestimmte Ursprungsorte haben und in alten Gräbern angetroffen werden, können wir uns sogar ein Bild machen, wie in früherer Zeit die Handelsbeziehungen sich entwickelten. Gelegentlich der Ausgrabungen am Schweizerbild bei Schaffhausen fand man verschiedene fossile Conchylien — Muscheln und Schnecken —, die aus Württemberg stammen. An einigen Exemplaren der Gattung Pectunculus war der Buckel durch Anschleifen durchlocht, an anderen eine Öffnung einfach durch Bohrung geschaffen. Die Reisen und die Handelsbeziehungen jener Renntierjäger der Steinzeit führten, wie uns die zusammengelesenen Versteinerungen belehren, ziemlich weit herum. Als Schmuckgegenstände wurden wahrscheinlich zu jener Zeit getragen: durchlöcherte Zähne von Renntier und Alpenhase und neben anderen Naturalien und Merkwürdigkeiten eine Reihe von Versteinerungen, welche dem Mainzer Tertiärbecken entstammen. — Später vermittelte der Handel mit Bernstein und Zinn die ersten Beziehungen zwischen den Ländern am Mittelmeer und den nördlich gelegenen. Doch erst mit Ende der Bronze- und Anfang der Eisenzeit, d. h. ungefähr um das Jahr 400 vor Christi, kamen Handelsbeziehungen zwischen Europa einerseits und Ägypten und der Westküste Indiens andererseits zustande. Es sind zwei Schmuckgegenstände aus der Tierwelt, welche uns darüber Gewifsheit verschaffen, die Koralle und die Kaurischnecke.

Zur Verzierung fand die Koralle während des Altertums fast nur im keltischen Gebiete oder dort, wo die Kelten Einflufs hatten, Verwendung. Weder in Asien noch in Griechenland ist bisher irgend ein Stück Koralle gefunden worden, während sie schon in den alten Nekropolen in der Nähe von Bologna auftritt und der Zeit zwischen 400 und 200 vor Christi Geburt entstammt. Die in den keltischen Begräbnisplätzen Deutschlands ebenfalls angetroffenen Korallen sind durch chemische Einwirkung von Luft und Boden oft bis zur Unkenntlichkeit verändert. Bereits gegen Ende der jüngsten Bronzezeit, in der Hallstätter Epoche, tritt sie als Verzierung von Fibeln und Nadeln vereinzelt in den Grabstätten des südlichen Deutschlands auf, häufiger erscheint sie in der darauf folgenden La Tène-Epoche, während welcher das Eisen erst seine volle Bedeutung für das Völkerleben gewann. Mit Korallen verzierte Gegenstände hat man mit emaillierten Bronzen zusammen auch in Gräbern Grofsbritanniens gefunden, doch trifft man sie am häufigsten in gallischen Gräbern. Die höchste Entwickelung dieser Kultur erfolgte wohl zwischen 420 und 380 vor Christi; sie hielt sich dann vielleicht noch ein Jahrhundert, war aber zur Zeit der Eroberung Galliens durch Cäsar schon lange unbekannt. Als Ort für die Herkunft der Korallen können nach Reinach, welcher sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt hat, wahrscheinlich die südlich von Toulon gelegenen Hyèrischen Inseln, die Stöchaden der Alten, angesehen werden, da nach Plinius an deren Küsten bedeutende Korallenfischerei betrieben worden sein soll.

In ähnlicher Weise zeugt das Vorkommen der Kaurischnecke (Cypraea moneta) in den zahlreichen Gräberfunden des Kaukasus, welche teils der letzten Stufe der Bronzezeit, teils der reinen Eisenzeit angehören, von einem Verkehr mit den Gegenden am Persischen Golf, am Roten Meer und am Indischen Ocean. Sogar bis nach Westpreufsen gelangte diese Schnecke gleichzeitig mit der ihr nahestehenden Cypraea annulus. Man fand sie in Urnen, z. T. in gebranntem, z. T. in ungebranntem Zustande vor; wichtiger und interessanter ist es aber, dafs Cypraea moneta auch äufserlich an Gesichtsurnen und zwar als Ohrschmuck angetroffen ist. Aus diesen letzteren Funden kann man sogar ersehen, in welcher Weise die Muschel als Zierstück Verwendung fand. — Im Elb-Gebiete hat man bei Gräberfunden Muscheln aus dem Mittelländischen, dem Roten und Indischen Meere bearbeitet angetroffen. So fand man in einem Grabe von Bernburg in Anhalt Scheiben von Spondylus gaederopus und „Perlen“ von Tridacna; Gräberfunde aus Ungarn enthielten aus Spondylus-Scheiben

gefertigte Armringe, während aus Kromau (Mähren) ebenso zugerichtete Stücke von Muscheln stammen, welche sogar mit Spondylus-Arten im Roten Meere verwandt sein sollten.

Auch heute noch treffen wir ähnliche Schmuckstücke bei wilden Völkerschaften an. Die Daynker auf Borneo und die Bewohner des malayischen Archipels tragen Ohrringe aus Messing mit kleinen Meeresschnecken daran. Am verbreitetsten sind jedoch bei vielen Völkern Hals- und Armbänder aus kleinen, bunten Conchylien oder Stücken von solchen; oft werden dann gleichzeitig noch ähnliche Bänder über den Knöcheln getragen. Diesen Schmuck findet man u. a. bei Negern, Hottentotten, verschiedenen Stämmen Vorderindiens u. s. w. Derartige Conchylien werden auch in Reihen auf Kleider genäht, als Schmuck an Hausgeräten, Waffen, Ledergurten, Musikinstrumenten angebracht und, zu Ketten zusammengereiht, zum Schmuck bevorzugter Haustiere benutzt. In Venedig setzt man aus den Gehäusen kleiner Kreiselschnecken von den Schlammbänken der Lagunen, bei welchen man die äufseren Hüllen bis auf die Perlmutter-Substanz entfernt hat, Hals- und Armbänder zusammen. In jedem Badeorte werden Kästchen und Nippes mit aufgeklebten heimischen Schnecken und Muscheln, oder aus deren Schalen gefertigte Schmuckgegenstände als Erinnerungsgegenstände feilgeboten. Aufgereihte Kaurischnecken finden in Hindostan als Halsschmuck für Rinder und Kamele Verwendung sowie als Besatz an den Musikinstrumenten der Schlangenbändiger. Jedenfalls um die feindlichen Hiebe zur Seite gleiten zu lassen, findet eine hühnereiförmige, schneeweifse Schnecke, welche in ihrer Form stark an Cypraea erinnert, als Schmuck der schwarzen, schmalen Schilde der Alfuren vom nördlichen Celebes an bis Neuguinea und Timor Benutzung. In peruanischen Gräbern wurden die lebhaft roten Schalen einer Spondylus-Art gefunden, welche nicht dort, sondern bedeutend nördlicher an den Küsten lebend vorkommt; auch sie wurde als Wertgegenstand aus der Ferne hierhin gebracht. Derartige Beispiele führt Prof. v. Martens in grofser Reichhaltigkeit auf. Auch wir können mitunter derartige Zierate bei uns wahrnehmen, und zwar am Zaumzeug der Pferde unserer schwarzen Husaren und derjenigen gelegentlich, welche vor Fleischerwagen gespannt sind, sowie an den Ledergurten der umherziehenden Slovaken.

Muscheln und Schnecken werden noch in anderer Weise zu Zierstücken verwendet. Gröfsere und flachere Muscheln benutzt man als Malplatten, um darauf Strandidylle oder Boote und Schiffe zu malen und sie dann als Andenken aufzuheben oder zu verschenken. Auch

werden auf ihnen die gewünschten Bilder derart geschaffen, dafs der Künstler die übereinander gelagerten Schichten von Perlmutter und Porzellansubstanz mit Messer oder Stichel so bearbeitet, dafs die obere stellenweise entfernt wird und er die andere als Hinter- oder Untergrund hervortreten läfst, während sie selbst dort, wo sie stehen bleibt, die gewünschten Bilder — fast nach Art der Silhouetten — bildet. Diese Kunstwerke führen zu den Kameen aus Conchylien-Substanz. Hier ist ebenfalls nur Stoff und Farbe von der Natur gegeben, doch erst der Künstler ruft auf ihnen die gewünschten Bilder hervor. Die Grundbedingung ist, dafs die verschiedenen Schichten verschieden gefärbt sind, so dafs eine geschnittene Figur sich in der Farbe von dem anders gefärbten Grunde abhebt. Während man früher Muscheln aus dem Mittelmeere dazu verwendete, bedient man sich jetzt auch in Neapel ausländischer grofser Meeresschnecken zu diesem Zwecke, welche je nachdem die Herstellung weifse Bilder auf rosenrotem, dunkelbraunem oder gelbrotem Grunde gestatten. Während die Wölbung des Stückes auch die flache Wölbung der Kamee liefert, mufs der Künstler sich bemühen, etwaige Höcker und Unebenheiten für hervorragende Stellen seines Werkes, z. B. Köpfe und Schultern, zu verwenden.

Das wertvollste Produkt aus dem Tierreiche ist die Perle. Muscheln und einige Schnecken vermögen Fremdkörper, welche in sie eindringen, z. B. Sandkörnchen, Splitter, Infusorien und Eingeweidewürmer, mit perlmutterartiger Schalensubstanz zu umkleiden, Bohrlöcher von Würmern und Schwämmen damit zu verschliefsen. Aufser der vielfach besprochenen echten Perlenmuschel des Meeres und den Flufsperlenmuscheln, von denen diejenigen der Elster am besten bekannt sind, beteiligen sich noch verschiedene andere Conchylien an der Fabrikation derartiger Gebilde. Die Gattung Tridacna, Austern, Steck- und Miesmuscheln sowie verschiedene Meeresschnecken bringen gelegentlich Perlen hervor. Diese besitzen freilich nicht immer den bekannten Glanz und die geschätzte Färbung; die Steckmuschel hat braune, die Miesmuschel schwärzliche, die Auster weifsliche und die Seeohrschnecke grünliche Perlen. Je nachdem die Bildung an der Schale oder mehr im Innern des Tieres vor sich ging, sind diese Absonderungen stellenweise abgeplattet oder uneben, andererseits kugel- bis elliptisch-rund ausgebildet. Da der liebliche Glanz mit der Zeit abnimmt und mit ungefähr 100 Jahren verloren geht, so stehen vollständig regelmäfsig gebaute, frische Perlen jederzeit hoch im Preise. Es hält derselbe mit dem der Edelsteine nicht

nur Schritt, sondern er hat oft sogar denjenigen des Diamanten um ein bedeutendes übertroffen. Gewöhnlich pflegt man zu sagen, dafs der Wert dieses hochgeschätzten Edelsteines mit der Quadratzahl des Gewichtes zunehme, d. h. dafs ein 2 mal gröfserer Stein nicht 2 mal, sondern 2 × 2 = 4 mal so viel wert ist wie ein Stein von gewöhnlicher Gröfse, während ein 3 mal so grofser Stein 3 × 3 oder 9 mal so hohen Wert hat. Hat diese Schätzung schon etwas Ungewöhnliches, so scheint es geradezu erstaunlich, dafs für die vergängliche Perle gelegentlich sogar ein Preis gezahlt worden ist, der den des Diamanten um das Zehnfache übertraf. Unter solchen Umständen ist es leicht zu verstehen, wenn man verschiedentlich Versuche angestellt hat, die Muscheln direkt zur Bildung dieser Preziosen zu veranlassen. Seit mindestens 500 Jahren sind bereits die Chinesen im Besitze eines Mittels, um zu diesem Ziele zu gelangen. Sie zwängen Kügelchen aus Perlmutter oder flache, aus Zinn oder Blei gegossene Buddha-Bildchen zwischen Mantel und Schale gewisser Süfswassermuscheln und lassen sie dort ungefähr 1 bis 2½ Jahre stecken. Nach dieser Zeit scheinen die Fremdkörper wie angewachsen und mit Perlsubstanz überzogen. Neuerdings soll man auch in Europa in Bezug auf künstliche Perlengewinnung zu günstigen Resultaten gelangt sein, und zwar in der Bretagne unter Verwendung der Seeohrschnecke, während in Italien aussichtsvolle Vorversuche mit der echten Perlenmuschel im Gange sind. — Zu erwähnen ist an dieser Stelle, dafs man bereits seit Mitte des 17. Jahrhunderts, und zwar hauptsächlich in Frankreich, künstliche, oder besser falsche Perlen herzustellen gewufst hat. Man füllte hohle Glaskugeln mit einer Masse, welche aus den Schuppen des in ganz Deutschland häufig vorkommenden Ukelei (Weifsfisch oder Laube) hergestellt war. Von ungefähr 40 000 Fischen wird 1 kg der sogenannten essence d'orient gewonnen, welche Schmucksachen aller Art den gewünschten Perlmutterglanz giebt. Die Fischerei gewährt während ihrer Dauer zahlreichen Leuten Beschäftigung und Verdienst, da die Frauen die abgelösten Schuppen pfundweise gegen Entgelt abliefern, während der Fisch selbst für ein Geringes zur Herstellung von Suppen oder zur Schweinemast verkauft werden kann. Infolge unmäfsiger Ausbeute droht diesen Fischen bereits an manchen Orten der Untergang.

Auch der Purpur entstammt mehreren Arten von Meeresschnecken. Er wird als Saft in einer besonderen Drüse gebildet, ist anfangs blafs oder weifslich gefärbt und wird erst später am Tageslichte rot. Nur im Altertum wurde Purpur als Prachtfarbe an den



Küsten des Mittelmeeres in gröfseren Mengen angewendet; seine Erfindung schreibt man den Phöniziern zu. Neben den Purpurfabriken im Peloponnes und zu Tarent waren noch in römischer Zeit diejenigen von Tyrus berühmt. Die zapotekische Mischbevölkerung am Isthmus von Tehuantepec, sowohl an der östlichen wie an der westlichen Küste Centralamerikas, schätzt heute noch Schneckenpurpur sehr hoch; auch am Golfe von Costarica ist diese Färberei — wie wohl schon vor der Entdeckung Amerikas — noch im Schwunge. Da die Purpurschnecke dort an den Küsten bereits selten geworden ist, zwingt man sie durch Anspeien, ihren Saft von sich zu geben, und setzt sie darauf wieder ins Wasser zurück. — Der Purpursaft kann durch Zusatz verschiedener Säuren seine Farbe abändern und zwar zwischen blaurot bis hellrosenrot. Diese verschiedenen Nuancen erklären uns, wie die alten Schriftsteller die verschiedenartigsten Dinge als purpurfarbig bezeichnen konnten.

Galt der Purpur im Altertum als Auszeichnung der Fürsten und Vornehmsten, so wurde er gegen Ende der Republik häufiger und kehrte erst zur Zeit des Byzantinerreiches zu seiner alten Bedeutung zurück. Gleichzeitig trat aber auch der rote Scharlach, der von mehreren Arten der Schildläuse gewonnen wurde, mit ihm rivalisierend hervor, und wenige Jahre nach der Vernichtung jenes Kaiserreiches verlieh Papst Paul II. den Kardinälen die königliche rote Amtstracht, doch wählte er dazu den Scharlach und nicht mehr den Purpur. Diese im Mittelalter hochgepriesene Coccus-Färberei wurde später wieder — wie v. Martens weiter ausführt — durch die Färberei mit Cochenille verdrängt, welche von den Azteken und Inkas erfunden und mit grofser Geschicklichkeit gehandhabt worden ist; ihr Rohmaterial besteht aus den getrockneten Leibern einer Cactus-Schildlaus. Unlängst ist wieder ein neuer Farbstoff aus braunroten Schildlaus-Weibchen hergestellt worden, welche aus Tennessee stammen; in alkalischer Lösung wurden sie olivengrün gefärbt, während Säure die ursprüngliche Färbung wiederherstellte. Über die Möglichkeit einer Verwendung dieser Substanz liegen Mitteilungen noch nicht vor.

Fäden zur Herstellung von Gewändern und Kunstgegenständen werden nicht nur dem Felle von Säugetieren und dem Cocon des Seidenspinners entnommen, sondern auch Muscheln und Spinnen. Die geschmeidigen, feinen, goldig glänzenden Fäden, mit denen die Steckmuschel sich anheftet, werden in Tarent, Reggio bei Messina und Cagliari auf Sizilien zu Handschuhen, Pelzkragen u. s. w. verarbeitet. Diese dienen freilich nicht zu allgemeinem Gebrauche, sondern mehr

als Kuriosa. Neuerdings hat man auch mit mehr Glück als bisher einer Frage näher treten können, nämlich der Gewinnung von Spinnenseide. Die Goldspinne von Madagaskar, Nephila madagascariensis, ist ziemlich leicht zu veranlassen, ihren langen, goldglänzenden Seidenfaden auf eine Spule abzugeben. Die Madagassen rühmen, dafs die mittels solcher Seide hergestellten Kleidernähte meist den Stoff überdauern, und diese Angabe stimmt mit der an den Fäden wahrgenommenen Festigkeit und Elastizität gut überein. Auf die Entwickelung dieser Industrie scheint Frankreich grofse Hoffnungen zu setzen, doch selbst für den Fall, dafs diese Seide sich nicht als Gewebestoff bewähren sollte, dürfte für die aus ihr hergestellten Fäden vielfach technische Verwendung zu erwarten sein. — Die verschiedenen Versuche, Seide künstlich darzustellen, sind so zahlreich, dafs an dieser Stelle nur auf sie hingewiesen werden kann.

Aufser dem durch seine Seidenproduktion berühmten Seidenspinner sind Falter wohl nur als schmückende Beigaben von Markart-Sträufsen anzuführen. Desto gröfser ist die Zahl der Käfer, welche direkt als Zierstücke verwendet werden. Getrocknete Insekten als Schmuck zu tragen, ist wohl zuerst in den Tropengegenden aufgekommen. Seit den ältesten Zeiten hat eine Verwendung in dieser Art bei verschiedenen Völkern Südamerikas stattgehabt, wie aufgefundene Altertümer beweisen. Auch in Europa sind derartige Zierstücke gebraucht worden; so konnte man vor einigen Jahren recht häufig farbenprächtige und metallisch glänzende Käferleiber an Arm- und Halsbändern, Ohrgehängen, Broschen, Busennadeln, auf künstlichen Blumen und Damenhüten antreffen. Frankreich, Indien, Amerika und Australien stellen vorzugsweise das dazu notwendige Material. Doch auch lebende Käfer, welche zu leuchten vermögen, werden als Schmuck verwendet. Die Frauen der Eingeborenen Südamerikas wissen sich Halsbänder und Ohrgehänge aus Cucujos (Pyrophorus noctilucus) herzustellen. Die Kreolendamen benutzen diese lebenden Juwelen ebenfalls, aber sie tragen dieselben in Tüllsäckchen in ihren Haaren oder in den Falten ihrer lichten Festgewänder. Dieser eigenartige und oft mit Kolibrifedern und Diamanten geschmackvoll arrangierte Schmuck soll bei seinem magischen Leuchten mit der eigenartigen Schönheit jener bleichen oder braunen Spanierinnen auf das schönste harmonieren.

Nicht uninteressant dürfte es sein, dafs diese Verwendung des Cucujos als Schmuckmittel Schule gemacht hat. Als vor längerer Zeit Vanderbilts Tochter, die Herzogin von Blenheim, einen Ball veranstaltet

hatte, empfing ihr Gatte, der Herzog, die Gäste allein; sie selbst war nirgends zu erblicken. Als nun die Gesellschaft vollzählig zusammen war, erlosch plötzlich in dem Saale das Licht, in der Thürfüllung aber stand die junge Herzogin, von seltsam schillerndem, grünlichem Lichte umstrahlt. Nachdem die allgemeine, lebhafte Bewunderung längere Zeit gewährt hatte, liefs die Wirtin ihren Mantel fallen, das magische Leuchten erlosch, und die elektrische Beleuchtung setzte wieder ein. Diese wunderbare Wirkung war dadurch erzielt worden, dafs Vanderbilt auf den Wunsch seiner Tochter viele amerikanische Leuchtkäfer zur Herstellung dieses lichtstrahlenden Prunkstückes geliefert hatte.

Nächst den Insekten zeichnen sich die Vögel am meisten durch Glanz und Farbenpracht aus, und besonders liefert der warme Süden uns Geschöpfe, welche überaus schön sind. Deshalb werden nicht nur Federn und Vogelschwingen, sondern auch sogar ganze Vögel als Zierat getragen. Die Rücksichtslosigkeit und Gedankenlosigkeit, mit der vielfach vorgegangen wird, um die gewünschten Stücke zu gewinnen, hat sich in vielen Fällen für die Vogelwelt als äufserst schädlich erwiesen. Der sichelschnäblige Kleidervogel von den Sandwichsinseln, Drepanus pacifica, ist vor mehreren Jahren auf diese Weise ausgerottet worden. Die goldgelben Rückenfedern des kleinen Vögelchens wurden zu Prunk- und Kriegsgewändern der Eingeborenen verwendet, so dafs etwa tausend Tiere zur Anfertigung eines Kleidungsstückes ihr Leben lassen mufsten. — Auch der Mode haben die schöngefärbten Vögel ihren Tribut zahlen müssen. Als endlich aber der Pariser Markt mit Paradiesvögeln überschwemmt wurde, die erst halb ausgewachsen und noch nicht im Besitze ihres vollen Federschmuckes waren, haben die Regierungen selbst Mafsregeln ergriffen, um in ihren Kolonien diesem planlosen Morden Einhalt zu thun. Dem gesetzmäfsigen Vorgehen und dem Wirken verschiedener Schutzverbände, die sich aus Privatpersonen rekrutierten, sowie dem Interesse hochgestellter Persönlichkeiten ist es zu danken, dafs die der gefiederten Welt drohende Gefahr vorläufig beseitigt zu sein scheint.

Dafs nicht mit gedankenlosem Abschiefsen, sondern mit wohlüberlegtem Handeln sich eine reiche und unerschöpfliche Einnahmequelle erschliefsen kann, zeigt uns der Straufs. Auch er war infolge seiner prächtigen Schmuckfedern dem Untergang nahe, als man Versuche anstellte, ihn zu züchten. Die gehabte Mühe hat sich nicht nur reichlich belohnt gemacht, wie die grofsen Herden der Züchtereien zeigen, sondern man hat auch Wege gefunden, eine glänzendere Ausbeute zu bekommen, als es bisher der Fall war. Während früher

der vom Geschofs getroffene Vogel sich am Boden wälzte, die Federn zerknickte und mit Blut besudelte, treibt man heute die lebenden Tiere zusammen und schneidet ihnen die sogenannten „zahmen Federn“ zur richtigen Zeit und in tadellosem Zustande ab, ohne irgend welchen Verlust an lebendem Material zu haben.

Das Schildpatt sei nur beiläufig erwähnt.

Auch die Säugetiere geben den Stoff zu manchem Schmuckstücke. Horn und Geweih lassen sich zu verschiedenen Gegenständen drehen; der gewaltige Stirnschmuck ausgestorbener und noch lebender Rinderarten diente und dient noch, besonders in Verbindung mit Metallverzierungen, als Prunkstück; und aus den Hufen des Elefanten werden in Ostafrika Armringe gefertigt. Zähne werden teils als blofser Schmuck, teils als Erinnerung an eine Jagd oder gar aus Aberglauben getragen. Sie sollen dann entweder böse Kräfte aus dem Körper in sich aufnehmen oder gute an ihn abgeben; so werden beispielsweise auch an gewissen Orten Europas Schnüre aus Fledermauszähnchen getragen, um zu verhindern, dafs sich diese Flatterer — wie die Fabel erzählt — in den Haupthaaren einkrallen.

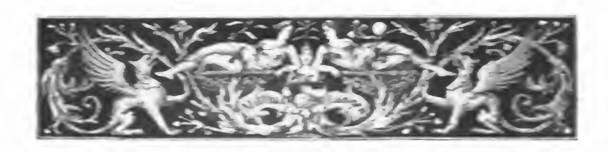
Als wichtigstes Produkt ist hier das Elfenbein zu erwähnen. Es wird vorzugsweise vom afrikanischen Elefanten geliefert, bei welchem auch das Weibchen mit langen Stofszähnen versehen ist, während die Weibchen des indischen keine und die Männchen oft nur kleine haben. Da die Zufuhr merklich geringer wird, weil einerseits die Vorräte der afrikanischen Häuptlinge erschöpft, andererseits bei der — wenigstens bisher — rücksichtslosen Ausübung der Elefantenjagd die Bestände des Jagdtieres sich sehr vermindert haben, so hat man in verschiedener Weise das kostbare Rohmaterial durch anderes zu ersetzen versucht. Dazu verwendete man das durch den Frost konservierte Elfenbein des Mammut aus Sibirien, die Hauer des Flufspferdes und Walrosses, Pottwal- und Narwalzähne, die Knochen des Elchs und die Früchte einer Palme (Phytelephas macrocarpa), die sogenannten Steinnüsse. Seit einigen Jahren wird zur Herstellung von Nippes auch das sogenannte Ornith-Elfenbein verwendet. Dazu benutzt man die harten und widerstandsfähigen Federkiele von Straufs, Argusfasan und einigen grofsen Raubvögeln und erhält so ein Material, welches täuschend Elfenbeinstäbchen gleicht. Man fertigt daraus Körbchen, Glockenzüge, Bilderrahmen, Vasen, Puppenmöbel und dergleichen an.

Über ein eigenartiges Schmuckstück macht uns Dr. O. Finsch Mitteilung. Es ist nämlich nicht derartig, dafs wir es schön nennen

könnten, doch ist ihm bei seiner Seltenheit ein sehr hoher Wert beigemessen worden. Die Männerwelt der Karolineninsel Palau trägt das merkwürdige Klilt-Armband, das aus einem Knochen besteht. Es ist der erste Halswirbel, der Atlas eines Tieres, das überall schwer zu erlegen ist und auf Palau zu den gröfsten Seltenheiten gehört, des Dugong. Dieser bewohnt die mit Seegras bewachsenen Riffe, welche dem harmlosen Pflanzenfresser gleichsam wie submarine Wiesen als Weidegründe dienen; die hohe See mit tiefem Wasser und das Land meidet er. Da das nicht thranige Fleisch im Geschmack an Schweinefleisch erinnert und bei der Jagd noch ein treffliches Öl und eine verwendbare Haut gewonnen werden, so ist das früher so häufige Tier fast ausgerottet. Der Wert des Atlas als fertiger Armring wird auf ungefähr 568 M. geschätzt. Da sonst nirgends irgend etwas vom Dugong zu Schmucksachen verwendet wird, so läfst sich hieraus ersehen, dafs das Stück in diesem Gebiete nur einen solchen hohen Wert dadurch erlangen konnte, dafs es schwer zu beschaffen ist.

Wie viel uns das Tierreich zu unseren Bedürfnissen liefert, erkennen wir erst, wenn wir die künstliche Grenze zwischen Schmuck- und Nutzstoff überschreiten, oder wenn wir an die Völker denken, welche ganz auf Jagd oder Viehzucht angewiesen sind, wie die Eskimos und Lappen. — In einem launigen Gedichte zählt uns Rudolf Baumbach all die Tiere auf, die ihr Leben lassen müssen, um sein „Liebchen“ zu schmücken.





Erläuterungen zu den Warmwasserteichen Norwegens.

In der Aprilnummer 1900 dieser Zeitschrift habe ich die merkwürdigen Warmwasserteiche an der Westküste Norwegens beschrieben, die zur Aufzucht von Austernbrut dienen und im Sommer eine Wasserwärme von 30 bis 34,5 ° C. erreichen. Zur Erklärung dieser hohen Temperatur in Teichen, die unter dem 60° n. Br. liegen, erlaube ich mir noch einmal das Wort, da in einigen früher erschienenen Artikeln des „Prometheus“, deren Zusendung ich der Güte des Verlegers, Herrn Mückenberger, verdanke, ein ähnliches Vorkommen bereits erklärt wurde. Die dort beobachteten physikalischen Thatsachen dürften um so mehr Beachtung verdienen, als sie auf die Bildungsverhältnisse oceanischer Salzablagerungen, wie sie z. B. für Stassfurt van 't Hoff in Angriff genommen hat, ein neues Licht werfen.

Regierungsrat Ziegler in Wiesbaden beschreibt in No. 421 des Jahrgangs 1897 der genannten Zeitschrift die Wasserwärme, die er in einem 5 m tiefen, der Sonne ausgesetzten offenen Bassin voll gesättigter Sole auf der Saline zu [illegible] beobachtete. Die im April infolge überfließender Salzlösung verbrannte ihm die Hand, was ihn veranlasste, die Temperatur zu bestimmen. Das Thermometer zeigte 44° C., während genaue Messungen im August an der Oberfläche 23,5°, in 1,35 m Tiefe aber 55° ergaben. Hier hatte entschieden eine Aufspeicherung von Sonnenwärme stattgefunden. Ziegler suchte diese durch die Gewichtszunahme der einzelnen Schichten vermöge der Salzanreicherung bei erhöhter Temperatur zu erklären, die einen Aufstieg der wärmeren Partien verhinderte, wie er ihn sonst in einer Flüssigkeit stets stattfindet. Die oberen, mitunter vom Regen betroffenen Schichten machten das Aufsteigen der Sole unmöglich und schützten deren aufgespeicherte Wärme wie ein Kissen vor Verlust nach oben.

Dr. Lang suchte in No. 457 die hohe Temperatur durch die geschwärzten [illegible] des Bassins zu erklären, da Wasser und Sole zu den diathermanen Körpern gehören, welche die Sonnenstrahlen

durchlassen; die durch Insolation erhaltene Wärmemenge der Wände würde der Sole mitgeteilt. Nach Langs Ausführungen sind wir gewohnt, die Temperatur von Flüssigkeiten durch alle Partien derselben als eine einheitliche Gröfse zu betrachten.

Wasser, von unten erwärmt, folgt durch die leichte Beweglichkeit der Teilchen dem Auftrieb zur Oberfläche und macht den noch unerwärmten schwereren Teilchen Platz. Unter der salzarmen Decke wird aber der Ortswechsel der Teilchen sehr verzögert. Sie werden

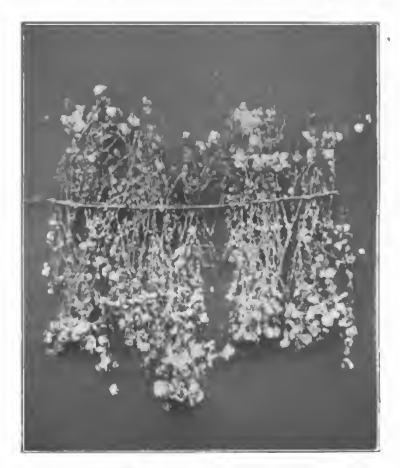


Fig. 3. **Ein Kollektor mit einjähriger Austernbrut.**

von dichteren Salzteilchen unterlagert und von einer Deckschicht salzarmer leichter Wasserteilchen überlagert; dadurch mufste hier die Wärme aufgespeichert werden. An Obstspalier-Planken würde uns eine Temperatur von 62° nicht auffallen, obwohl diese Flächen doch von der vorüberstreichenden Luft kräftig gekühlt werden. Eine Salzanreicherung der Sole durch Verdunsten des Wassers, wie sie Ziegler annimmt, hält Lang für unmöglich, so lange noch mit Salz ungesättigtes Wasser die Sole bedeckt. Dieser Ansicht tritt in einer folgenden Nummer Dr. Abegg in Göttingen bei, der jedoch Kochsalzlösungen nicht für wärmedurchlässiger als Wasser hält. Festes

Steinsalz sei zwar besonders diatherman, aber nicht seine Lösungen. Wegen der geringeren Wärmekapazität der Kochsalzlösung würde diese stärker erwärmt als Wasser und zwar im Verhältnisse von 0,79 : 1; das Kissen von salzarmem Regenwasser an der Oberfläche schütze vor Abkühlung durch die Luft. Da Sole ferner einen gröfseren Brechungsexponenten besitzt als Wasser, ziehe sie auch noch schräg einfallende Licht- und Wärmestrahlen in sich hinein, die bei reinem Wasser nicht mehr in die Tiefe dringen würden.

Unzweifelhaft sind es also die Sonnenstrahlen, die im Innern der norwegischen Teiche die auffallend hohen Temperaturen erzeugen und unterhalten, indem das Regenwasser von den umliegenden Höhen auch hier das salzige Seewasser bedeckt. Der grofse Unterschied zwischen dem Maximum von 62° in Besançon und 34,5° in den norwegischen Teichen findet seine Erklärung aufser in der Differenz von 13 Graden der geographischen Breite darin, dafs das Bassin gesättigte Sole enthielt, die Teiche nur Seewasser von 2,5 bis 3,2 pCt. Salz. Es wäre von Interesse, dies Phänomen durch Versuche weiter zu verfolgen. Dazu würde sich nach Zieglers Vorschlag das Tote Meer am meisten eignen, da es jetzt von zahlreichen Reisenden besucht wird und den gröfsten Teil des Jahres hindurch bis nahe zur Oberfläche salzgesättigt ist. Dort würden Temperaturmessungen von dem Wasserspiegel bis in verschiedene Tiefen mehr als eine Frage aufhellen.

Über ganz ähnliche Temperaturverhältnisse wie in den kleinen Seen Norwegens berichtet der russische Geograph Ignatoff,*) der die Seen des westlichen Sibiriens im Gouvernement Akmolinsk untersuchte. Das salzreiche Wasser des Sees Kysilkak, der eine Länge von 15 und eine Breite von 12 km besitzt, hatte an der Oberfläche eine Temperatur, die zwischen 20 u. 27° C. schwankte, während sie am Boden noch um 7° höher war. Das Wasser hatte stellenweise eine blafsrote Farbe, die von grofsen Mengen kleiner Krustentiere herrührt, welche den See bevölkern. Zwei weitere Seen von mehr oder weniger starkem Salzgehalt, der Teke und Selety Dongis, die noch bedeutend gröfser als der erstgenannte sind, zeigten fast dieselbe hohe Temperatur. Die umwohnenden Kirgisen behaupten, dafs das Wasser dieser Seen selbst bei strengster Winterkälte niemals gefriert. Ignatoff findet dieses um so merkwürdiger, als hier der Boden unter einer geographischen Breite von 55 Grad schon in geringer Tiefe unter der Oberfläche dauernd gefroren ist.

Die vorstehenden Photographien, welche auch dem Artikel „Die

*) Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik. November 1900.



Fig. 1. Austernteich bei Espevik auf Tysnäs.



Fig. 2. Austernteich auf Selö bei Espevik.

Warmwasserteiche an der Westküste Norwegens“ in der Aprilnummer des vergangenen Jahres (S. 316 ff.) zur Erläuterung dienen, verdanke ich der Güte des Herrn Herm. Friele B. S. in Bergen, der sie vorigen Sommer neu aufgenommen hat.

Fig. 1 (Titelblatt) stellt im Vordergrunde einen Abschnitt des Teiches bei Espevik auf der Insel Tysnäs dar, auf dem man die geteerten Tonnen sieht, die an Stahldrähten die Birkenreiser mit der Austernbrut schwebend erhalten. Links vom Wärterhäuschen ist der Eingang des Verbindungskanals mit dem im Hintergrunde befindlichen Hardanger Fjord sichtbar.

Fig. 2 (Titelblatt) zeigt den Austernteich auf der felsigen Insel Selö nahe bei Espevik.

Fig. 3 giebt ein Bild des Reisigs wieder, woran sich die Austernbrut abgesetzt hat.

Herr Friele schreibt dazu am 24. August: „Der Ansatz von jungen Austern (Spat) fällt dieses Jahr aufserordentlich reich aus. Während im Frühling reichlich Regen fiel, war der Sommer in Norwegen sehr trocken und ungewöhnlich heifs. Das Süfswasser an der Oberfläche der Teiche wurde daher im Juli und August stark verdampft, weshalb in 2 m Tiefe die Temperatur von 29° C. bis auf 20,8° durch die ganze Wasserschicht herabging. Dies bestätigt nach meiner Meinung Prof. Hellands Theorie.“ Prof. Häpke.



Photographische Helligkeit der veränderlichen Sterne. In dieser Zeitschrift (Heft IX S. 425) haben wir von den Beobachtungen Schwarzschilds Mitteilung gemacht, die derselbe am photographischen Fernrohre der Kuffnerschen Sternwarte an den Sternen η Aquilae und β Lyrae ausgeführt hat. Schwarzschild bestimmte die Helligkeit dieser beiden Sterne dadurch, dafs er sie nicht im Fokus des Fernrohrs, sondern etwas aufserhalb desselben photographisch aufnahm; es ergab sich die Thatsache, dafs bei η Aquilae zwar der nach dem photographischen Verfahren erhaltene Gang der Helligkeitsveränderung mit dem auf gewöhnlichen optischem Wege erhaltenen übereinstimmt, aber die Gröfse des Lichtwechsels des Sterns nach den Photographien das Doppelte der optisch ermittelten beträgt. Bei dem Veränderlichen β Lyrae konnte dagegen keine Verschiedenheit der photographischen Helligkeit von der optischen konstatiert werden.

Dieses Ergebnis, dafs bei manchen veränderlichen Sternen die Amplitude des Lichtwechsels, d. h. die ganze Schwankung vom Minimum zum Maximum sich bei Anwendung der Photographie wesentlich anders herausstellt als nach dem gewöhnlichen photometrischen Verfahren, hat Wirtz den Anlafs gegeben, die Schwarzschildsche Methode der aufserfokalen Aufnahmen auf eine weitere Anzahl veränderlicher Sterne anzuwenden. Wir heben von den Wirtzschen Resultaten besonders zwei hervor: Bei dem Veränderlichen δ Cephei (die Periode des Lichtwechsels beträgt bei diesem Sterne 5,37 Tage) hat man nach den bisherigen photometrischen Bestimmungen für das Minimum die Gröfsenklasse 4,18, für das Maximum 3,66, also die Amplitude der Helligkeit mit 0,52 Gröfsenklassen anzunehmen. Nach den extrafokalen photographischen Aufnahmen ist aber das Minimum 5,93 und das Maximum 4,68 Gröfsenklassen, daher die Amplitude 1,25 d. h. mehr als doppelt so grofs wie die optische, also das Resultat ganz ähnlich jenem, welches Schwarzschild an η Aquilae konstatiert hat. Auch der Veränderliche ζ Geminorum (Periode 10,15 Tage) zeigt ein ähnliches Verhalten nach den Bestimmungen von Wirtz, denn auch bei diesem Sterne ist die photographische Amplitude 1,7 mal gröfser als die optische. Zur Erklärung dieser Erscheinungen würde sich für die beiden Sterne δ Cephei und ζ Geminorum dieselbe Hypothese darbieten, die wir in unserer Zeitschrift schon betreffs des Sternes η Aquilae erwähnt haben, nämlich dafs beide Sterne von einem Satelliten umlaufen werden, dessen Anziehungskraft Ebbe- und Flutbewegungen in der Licht absorbierenden Atmosphäre der Sterne hervorbringt. Diese Hypothese ist in diesen beiden Fällen um so plausibler, als derzeit für die beiden Sterne aus spektralanalytischen Ergebnissen solche in Bahnen um die Sterne kreisende Begleiter angenommen werden, u. z. nach Belopolski für δ Cephei eine stark excentrische Bahn (0,5 Excentricität), für ζ Geminorum eine schwach excentrische (nach Wirtz 0,05 Excentricität). Roberts nimmt bei δ Cephei an, dafs während des Umlaufes des Begleiters mit dessen Annäherung an den Hauptstern eine Erhitzung erfolgen müsse (bei ζ Geminorum freilich müfste die Excentricität ziemlich grofs gedacht werden), welche bewirkt, dafs die Helligkeit des Hauptsterns rasch bis zu seinem Lichtmaximum ansteigt. Mit dieser Erhitzung sendet der Stern aber mehr blaues, (d. h. chemisch wirksames) Licht aus, was dadurch bestätigt wird, dafs im Spektrum des Sterns das Intensitätsmaximum der Strahlung gegen den blauen Teil des Spektrums hin verschoben erscheint. Daher ist die photographische, von den blauen

Strahlen abhängende Amplitude die viel gröfsere als die blofse optische. Es können aber auch gleichzeitig Erhitzung und durch den Satelliten erzeugte Flutbewegungen der Sternatmosphäre die Ursache der Überlegenheit der photographischen Amplitude sein. Wirtz glaubt, dafs sich die nahe doppelte photographische Amplitude auch bei mehreren anderen Veränderlichen wie T Monocerotis, W Virginis, X Sagittarii u. e. a. (welche Sterne alle keine allzu grofse Periode haben) wird nachweisen lassen.

Diese Ermittelungen des Verhaltens der photographischen Helligkeit von Veränderlichen haben Wirtz zu zwei weiteren bemerkenswerten Versuchen geführt. Um von dem sonst notwendigen Vergleichen der photographischen Helligkeitsdifferenzen einzelner Sterne sich unabhängig zu machen, hat er die Bestimmung „absoluter" photographischer Helligkeiten an den Plejadensternen versucht, indem er das Fernrohrobjektiv durch feinmaschige Gitter abblendete und den Betrag der Lichtschwächung dieser Gitter photometrisch bestimmte. Ferner hat er Versuche über die „photographische Extinktion" der Atmosphäre gemacht. Bekanntlich erleidet der Lichtstrahl der Himmelsobjekte auf seinem Wege durch die Atmosphäre — abgesehen von der Ablenkung von der geraden Linie — auch eine Schwächung seiner Intensität, die desto bedeutender ist, je weiter im allgemeinen das Himmelsobjekt vom Zenith absteht. Diese „Extinktion" des Lichtes wächst aber ganz besonders an, wenn die Objekte nahe dem Horizont sind. Bei 86 Grad Zenithabstand beträgt die Helligkeit eines Sterns nur etwa $^1/_6$ von jener im Zenithe selbst, bei 89° 30' Zenithabstand nur $^1/_{46}$, und daraus erklärt sich, dafs ganz nahe dem Horizont selbst helle Sterne ganz verschwinden und dafs man die Sonne in der Nähe des Horizontes mit freiem Auge betrachten kann. Diese optische Extinktion hat man aus vielen Versuchen genau ermittelt und berücksichtigt dieselbe bei der Angabe der Helligkeit z. B. der Planeten. Es war aber vorauszusehen, dafs auch eine „photographische Extinktion" der Atmosphäre existieren werde, nämlich, dafs mit verschiedener Zenithdistanz der Gestirne auch die chemische Intensität der Lichtstrahlen (welche bei der Photographie in Betracht kommt) variieren und zwar ein mit der optischen Extinktion nicht zusammenfallendes Verhalten zeigen würde. Die Versuche von Wirtz an sieben ausgewählten Sternen haben diese Voraussicht bestätigt und dargethan, dafs im allgemeinen die photographische Extinktion der Atmosphäre doppelt so grofs ist wie die optische.



Kars, O.: Der einstige zweite Mond der Erde als Urheber aller irdischen Entwickelung. Ein Blatt vom Baume der Erkenntnis, gepflückt und der denkenden Menschheit dargereicht. Berlin 1900 bei Max Schildberger.

Über einen mutmaſslichen zweiten Mond der Erde ist seitens einzelner Laien schon so viel Unvernünftiges zusammengeschrieben worden, daſs der Fachastronom jede neue Publikation auf diesem Gebiete mit einem gewissen Miſstrauen in die Hand nimmt. Leider erweist sich dieses Miſstrauen auch bei dem vorliegenden Schriftchen als vollkommen berechtigt. Die Arbeit unterscheidet sich von den bisherigen Flugschriften dieser Art nur dadurch, daſs sie uns nicht mehr von einer gegenwärtigen Existenz, sondern von dem Untergange jenes hypothetischen zweiten Erdbegleiters ein Märchen erzählt. Im Laufe der Jahrtausende traf ihn das Schicksal, so meint Herr O. Kars allen Ernstes, daſs er auf die Erde herabstürzte, hier im Moment sämtliche Gebirge derselben erzeugte, um sich schlieſslich in unseren Planeten hineinzubohren und aus seiner Masse den australischen Kontinent zu schaffen. Den Beweis für seine kühne Behauptung bleibt der Verfasser nicht schuldig; er macht sich ihn aber doch ein klein wenig zu leicht. Wo eine Betrachtung der heutigen Gestaltung der Erdoberfläche nicht ausreicht, werden Hypothesen geschmiedet und Argumente herbeigezogen, welche dem Leser gleich beim Durchblättern der ersten Seiten zeigen, daſs der Verfasser eine phantasievolle Verniade erfunden hat, während er eine wissenschaftliche und sachliche Abhandlung in der Vorrede verspricht. Wir müssen uns hier die Mühe ersparen, auf all die Fehler und Versehen hinzuweisen, welche dem Verfasser auf den 60 Seiten Text unterlaufen sind; um auf einem Gebiete wie die Astronomie und Geologie ein neues „Blatt vom Baume der Erkenntnis“ zu pflücken, dazu gehören doch ein klein wenig mehr Vorkenntnisse, als Herr O. Kars denken mag. K. G.

Klein, Dr. Hermann: Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung nach dem Standpunkte der astronomischen Wissenschaft am Schlusse des XIX. Jahrhunderts. Braunschweig 1901. Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn. Preis 10 M.

In dem vorliegenden Werk erscheint die in den Kreisen der Liebhaberastronomen sehr verbreitete „Anleitung zur Durchmusterung des gestirnten Himmels“ desselben Verfassers in neuer Auflage und Ausstattung. Hätte man schon an und für sich eine neue Durchsicht des wertvollen und selbst für den Fachmann äuſserst nützlichen Werkes mit Freude begrüſst, so geschieht dies um so mehr, als es Dr. Klein verstanden hat, durch eine durchgreifende Neubearbeitung dem Buche eine Form zu erteilen, welche, wie der Verleger in der Ankündigung richtig bemerkt, in Bezug auf kritische Sichtung, Zuverlässigkeit und Reichhaltigkeit von keinem anderen Werke übertroffen wird. Besonders

der letzte Punkt verdient hervorgehoben zu werden, wenn man von der ersten Abteilung absieht, welche die astronomischen Instrumente behandelt und offenbar mehr eine Einleitung als ein besonderes Kapitel des Buches darstellen soll. Bei der Behandlung der Planeten ist einem jeden Kapitel eine zahlenmäfsige Zusammenstellung der allgemeinen kosmischen Verhältnisse des betr. Weltkörpers nebst den jährlichen Änderungen vorausgeschickt, eine Einrichtung, der wir unseren Beifall nicht versagen können. Sehr sorgfältig und ausführlich bearbeitet ist auch die III. Abteilung des Werkes, welche die Stellarastronomie behandelt. und wie wir uns überzeugen konnten, allen neueren Forschungsergebnissen Rechnung trägt. Die IV. Abteilung enthält eine übersichtliche Zusammenstellung aller sehenswerten Objekte der Fixsternsphäre in der unstreitig zweckmäfsigsten Anordnung nach Sternbildern, und nicht nach Rektascensionen. Diese Zusammenstellung, ebenso wie die zahlreichen, im Text verstreuten Citate der Quellenwerke dürften selbst dem Fachmann von Nutzen sein, wenn er in die Lage kommt, sich über dieses oder jenes ihm fernliegende Thema zu orientieren. Die Abbildungen und Tafeln sind ebenfalls sehr geschickt ausgewählt worden, so dafs wir die Anschaffung des Werkes jedem, der Lust und Freude an astronomischen Beobachtungen empfindet, nur aufs wärmste empfehlen können. Es steht in seinem Streben nach Sachlichkeit und erschöpfender Darstellung einzig in seiner Art da.

K. G.

Klein, Dr.: Katechismus der Astronomie. 9. Auflage. Leipzig 1900, bei J. J. Weber.

Die neue und den letzten Forschungsergebnissen angepafste Bearbeitung des bekannten Katechismus der Astronomie von Dr. Klein dürfte von den zahlreichen Freunden der Weberschen Katechismen mit Freude begrüfst werden. Auf dem engen Raum von ca. 300 Seiten kl. Oktav finden wir hier fast alles Wissenswerte aus dem Gebiete der Astronomie zusammengedrängt und auf 366 Paragraphen verteilt, deren übersichtliche und zweckgemäfse Anordnung nichts zu wünschen übrig läfst. Die Fragen, welche in den bisherigen Auflagen des Büchleins die einzelnen Paragraphen einleiteten, sind durch entsprechende Überschriften ersetzt worden, eine Änderung, welche sich wohl durch die wenig gefällige Form mancher Fragen als notwendig erwiesen hat. Der katechismusartige Charakter des Buches hat jedoch darunter gar nicht gelitten, denn die bisherige systematische Einführung des Lesers in die Astronomie von den einfachsten Grundbegriffen bis zu den grofsen Ergebnissen der Neuzeit ist ungeändert beibehalten worden. — Aufgefallen ist es uns, dafs so aufserordentlich viele schlechte Holzschnitte der letzten Auflage (1893) im Text stehen gelassen wurden. Abbildungen, wie wir sie unter den Doppelsternen, in der Zeichnung des Mars (S. 125), des Planeten Jupiter (S. 150) und vor allem bei Gelegenheit der Besprechung der Kometen vorfinden, dürften selbst den bescheidensten Ansprüchen nicht mehr genügen. Als direkt irreführend mufs die Zeichnung der Mondbahn auf S. 194 bezeichnet werden, sowie der neu eingefügte Sternschnuppenregen auf S. 277, ein Bild, welches all dem widerspricht, was der Verfasser auf der folgenden Seite über Radianten sagt. Neu beigeheftet sind der neuen Auflage zwei Autotypieen, die Mondlandschaft Plato und eine Aufnahme des Mond-Relief-Globus von Lade. Ob der letztere wirklich dem Leser von der Oberfläche unseres Trabanten ein anschauliches Bild gewährt, möchten wir allerdings bezweifeln. — Was den Text anbetrifft, so wäre vielleicht zu überlegen, ob der Paragraph, welcher die Libration des Mondes behandelt, nicht durch Ausdehnung auf einen etwas

gröfseren Raum an Klarheit gewinnen würde, denn in seiner jetzigen Form ist er für den Laien wenig verständlich. Ein Satz in der Mitte des betreffenden Paragraphen kann übrigens zu Mifsverständnissen Anlafs geben, da nicht die Mondaxe, sondern der Mondäquator gegenüber der Mondbahn eine Neigung von $6^{1}/_{2}$° u. s. w. aufweist. Trotz der erwähnten kleinen Mängel dürfte Dr. Kleins Katechismus der Astronomie zu den besten Hand- und Nachschlagebüchern auf dem Gebiete der populären Astronomie gehören, die wir überhaupt besitzen. K. G.

Astronomischer Kalender für 1901. Herausgegeben von der k. k. Sternwarte. Wien. Verlag von Carl Gerolds Sohn.

Der Kalender, welcher nunmehr in seinem 63. Jahrgang erscheint, bringt aufser der bekannten Ephemeriden- und Tafelsammlung diesmal vier interessante Artikel, von denen besonders die Abhandlung des Regierungsrats Dr. Gustav v. Niefsl besondere Beachtung verdient. Sie behandelt die Rolle der Atmosphäre im Meteorphänomen und führt auf die Wirksamkeit der Luftschichten unseres Planeten eine Reihe von Erscheinungen zurück, deren mehr oder weniger regelmäfsiges Auftreten noch vor kurzem als ein ungelöstes Rätsel galt. Das Resultat der Abhandluug gipfelt in der Erkenntnis, dafs es keinerlei Beobachtungsthatsachen mehr giebt, welche uns zwingen müfsten, die Meteore, Feuerkugeln und Sternschnuppen als Weltkörper verschiedener Klasse anzusehen. Ein nicht minder beachtenswerter Aufsatz von J. Rheden giebt uns eine übersichtliche Zusammenstellung der bisherigen Forschungsergebnisse, die sich auf die Bestimmung der Rotationsdauer des Planeten Venus beziehen, während Dr. Bidschof über die ringförmige Sonnenfinsternis vom 11. November 1901 und Prof. Dr. Weifs über neuentdeckte Planeten und Kometen referieren.

Wir können auch den vorliegenden Jahrgang des beliebten astronomischen Kalenders der Wiener Sternwarte allen Freunden des Himmels und seiner Erscheinungen nur angelegentlichst empfehlen. K. G.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Über akustische Resonanz.

Von M. v. Piranie, Charlottenburg.

Man definiert bekanntlich das Wort „Physik“ als „die Lehre von der Bewegung“. Dieser Name bleibt solange nur ein Name, als wir uns unter „Bewegung“ nichts Bestimmtes vorstellen, und das können wir nicht, wenn wir alle Bewegungserscheinungen als einander fremd und unvergleichbar ansehen. Betrachten wir beispielsweise die Bewegungsvorgänge, welche unserem Ohre die Empfindung eines Tones zuführen. Wie gelingt es uns, die Merkmale dieser Bewegung von der Gesamtempfindung abzutrennen, die uns der eigentümliche Bau unseres Nervensystems als Schall übermittelt? Es war das natürliche Bestreben der Physiker aller Zeiten, und vor allem der modernen, alle Bewegungen von einem gemeinsamen Standpunkte aus zu betrachten und in theoretischer und experimenteller Beziehung den Beweis zu erbringen, dafs man dazu berechtigt sei. Wenn wir das Wort „Bewegung“ hören, so denken wir ganz unwillkürlich an einen mechanischen Vorgang, wie z. B. eine Pendelschwingung oder dergl.; das ist auch sehr erklärlich, da die mechanischen Bewegungsvorgänge diejenigen sind, die am gröbsten und unmittelbarsten auf unsere Sinne einwirken und die unserer Vorstellung am zugänglichsten sind. Demgemäfs werden wir ebenso unwillkürlich versuchen, uns andere Bewegungsarten, deren Natur wir noch nicht kennen, auf irgend einem Wege durch mechanische Analogien zu versinnlichen und uns so unabhängig von unseren Nervenempfindungen zu machen. Es ist das Verdienst der modernen Physik, den allergröfsten Teil der physikalischen Probleme auf solche aus der Mechanik zurückgeführt zu haben. So auch in unserem Falle; die Erscheinungen, mit denen wir uns hier zu beschäftigen haben,

gehören zu der grofsen Klasse derer, die durch den mechanischen Vorgang der Wellenbewegung erklärt werden und über deren Besprechung man den Titel: „Lehre von den Wellenbewegungen" setzen könnte.

Dasjenige Kapitel aus der Wellenlehre, welches in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts den eminentesten Aufschwung erfahren hat und wohl wie kein anderes experimentell und theoretisch vervollkommnet worden ist, ist sicherlich die Akustik. Ich will nicht etwa nur vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus reden; das Verdienst des Königs der Akustik, des grofsen Helmholtz, geht viel weiter: Er hat durch seine „Lehre von den Tonempfindungen" auch dem Laien die Möglichkeit verschafft, sich ein Verständnis für die physikalischen Vorgänge im Reiche der Töne zu erwerben. Allerdings läfst sich leicht begreifen, dafs das Gebiet der Schallerscheinungen dem natürlichen Begriffsvermögen leichter zu erschliefsen ist, als irgend ein anderes, da uns die Natur mit einem akustischen Beobachtungsinstrument ausgestattet hat, welches von ganz eminenter Feinheit ist, und welches durch Übung einen noch weit höheren Grad der Vollkommenheit erreichen kann. — Einer der interessantesten Teile der Akustik, dessen Erscheinungen uns im täglichen Leben auf Schritt und Tritt begegnen, ist die Lehre von der „Resonanz" oder auf Deutsch vom „Mitschwingen". Diesen wollen wir einer genaueren Betrachtung unterziehen, nachdem wir vorher das „Mitschwingen" durch eine einleitende Betrachtung aus der Mechanik unserem Verständnis näher gebracht haben. (Von den beiden folgenden Beispielen stammt das erste von Oberbeck und soll das Mitschwingen im allgemeinen demonstrieren, während das zweite spezielle Rücksicht auf die akustischen Resonanzerscheinungen nimmt.)

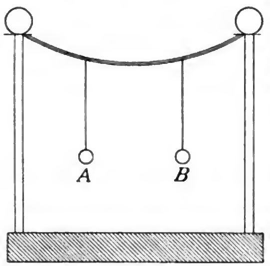


Fig. 1. **Oberbeckscher Pendelversuch.**

Wir haben zwei feste Pfosten, zwischen denen eine Kautschukschnur aufgespannt ist. An dieser hängen in gewissem Abstande zwei Pendel von gleicher Länge (Fig. 1). Geben wir dem einen einen Anstofs, so bemerken wir nach kurzer Zeit, dafs das andere durch Ver-

mittelung der Kautschukschnur anfängt, mitzuschwingen; ja noch mehr, das erste Pendel hört bald fast auf zu schwingen und giebt seine Bewegung an das zweite ab. Der Grund dieser Erscheinung ist sehr einfach. Der Aufhängepunkt des Pendels A gerät, da er nicht fest ist, durch die Schwingungen von A in Bewegung; er teilt den Antrieb den benachbarten Teilen der Kautschukschnur mit, u. s. f. bis zum Aufhängepunkt von B, der nun seinerseits das Pendel B in Schwingungen versetzt. Wenn A seine Bewegung fast ganz abgiebt, so ist dies eine Folge davon, dafs durch das Nachgeben des Aufhängepunktes die Amplitude der Schwingung verkleinert wird, d. h. A ist dann von dem auf die Horizontalebene (vom Aufhängepunkt aus) gefällten Lote weniger weit entfernt, als wenn der Aufhängepunkt unbeweglich wäre (Fig. 2). In der Figur ist O der unbewegliche Aufhängepunkt, OD das Lot auf die Horizontale, $\left.\begin{matrix}OA\\O'A'\end{matrix}\right\}$ das Pendel, AE der Abstand des Punktes A von OD. O' ist der bewegte Aufhängepunkt, A' E' der Abstand vom Lot O'D'. Man sieht aus der Zeichnung, dafs A'E' kleiner als AE ist, was zur Folge hat, dafs der „Schwung", den A vorher hatte, verkleinert wird.

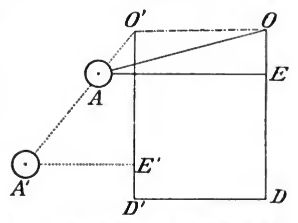


Fig. 2. **Verkleinerung der Amplitude durch Verschiebung des Aufhängepunktes.**

Das Umgekehrte hiervon, d. h. eine Vergröfserung der Schwingungsweite oder Amplitude, tritt ein, wenn der Aufhängepunkt durch eine Kraft immer in dem Augenblick nach links gerückt wird, in dem das Pendel am weitesten rechts steht und umgekehrt. Man kann dies leicht durch ein Experiment bestätigen. Man hänge einen schweren Körper an einen Faden und versetze das so konstruierte Pendel in Schwingungen. Beobachtet man dann genau die Bewegung, die man mit der Hand macht, so wird man merken, dafs man nach der angegebenen Methode verfährt, ohne es zu wollen. Man kann es auch ebensogut so einrichten, dafs man die Verrückung des Aufhängepunktes nicht nach einer, sondern immer nach 2, 3, 4 . . . . Schwingungen vornimmt. Dann wird man auch die Amplitude vergröfsern, nur nicht so stark wie vorher. Inwiefern dient nun dieses Experiment zur Erklärung der Resonanz? Die Antwort ist leicht gegeben: Denken wir uns die Schwingungen, die die Hand ausführt, als Vorgang, der einen Ton erzeugt, und die des Pendels ebenfalls: dann wird der durch

das Pendel dargestellte Ton verstärkt, wenn man die Hand in demselben Takte bewegt, oder wenn die Hand denselben Ton hervorbringt. Schwächer ist die Resonanz, wenn die Hand $1/2$mal so schnell schwingt (bei gleich grofser Vorrückung des Aufhängepunktes), oder wenn die Pendelschwingung die Oktave der Handschwingung bildet. Noch schwächer, wenn das Pendel 3 oder 4 mal so schnell schwingt als die Hand, etc.

Wir haben hier von einem Begriff Gebrauch gemacht, der noch nicht erklärt ist. Was ist ein Ton? Inwiefern dürfen wir einen Ton mit den Schwingungen eines Pendels vergleichen? Wie allgemein bekannt ist, entstehen Töne durch periodische (regelmäfsig sich wiederholende), sich kugelförmig fortpflanzende Erschütterungen der Luft durch schnell schwingende Körper, wie Federn, Saiten, Membranen

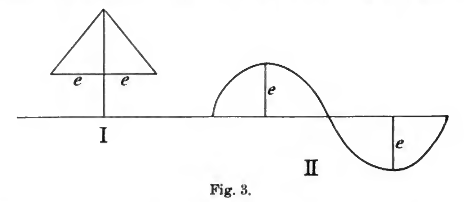


Fig. 3.

oder dergl. Jedoch nicht alles, was man gewöhnlich mit dem Worte „Ton“ bezeichnet, läfst sich mit den Schwingungen eines Pendels vergleichen. Jedermann weifs, dafs derselbe Ton (Luftschwingung von gleicher Schwingungsgeschwindigkeit) auf verschiedenen Instrumenten ganz verschieden klingt (man nennt diese Erscheinung Verschiedenheit in der Klangfarbe). Es liegt daher die Vermutung nahe, dafs diese Töne, die von unserem Ohr als gleich hoch empfunden werden, jeder für sich charakteristische Eigenschaften haben, unabhängig von der Höhe oder Tiefe des Tones. Wir werden später sehen, dafs dies in der That der Fall ist. Es giebt aber auch Töne, die fast gar keine Klangfarbe haben, und die sich aus einem gleich zu besprechenden Grunde mit Pendelschwingungen vergleichen lassen. Es sind dies die Töne tiefer Stimmgabeln und langer Luftsäulen (Orgelpfeifen). (Hört man zwei gleich hohe Töne, von denen der eine einer tiefen Stimmgabel, der andere einer ebensolchen Orgelpfeife entstammt, so ist es unserem Ohr kaum möglich, sie zu unterscheiden.)

Stellt man sich nämlich die Bewegung eines Pendels durch eine

regelmäfsige Wellenlinie dar, so dafs die Bäuche dieser Linie die gröfsten Entfernungen des Pendelkörperchens von der Senkrechten darstellen (Fig. 3 II und I), so kann man durch ein einfaches Experiment nachweisen, dafs auch die Schwingungen einer Stimmgabel pendelförmig sind. Befestigt man an einer Stimmgabel einen kleinen Schreibstift, so dafs er eine Papierfläche berührt, versetzt dann die Stimmgabel durch Anstreichen mit einem Violinbogen in Schwingungen und zieht das Papier gleichförmig schnell unter der Stimmgabel weg, so erhält man eine Wellenlinie, die genau die Form der obigen hat (Fig. 4).

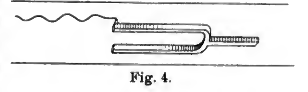


Fig. 4.

Macht man dasselbe Experiment bei Saiten, Membranen etc., so ergeben sich keine pendelartigen Schwingungen, sondern mehr oder minder regelmäfsige Wellenzüge, die bei Violinsaiten z. B. in eine gezackte Linie, welche aus lauter geraden besteht, ausartet, und für die Mitte der Saite die Form Fig. 5 hat. Dieselbe Figur können wir uns leicht künstlich darstellen, indem wir viele pendelartige Schwingungen verschiedener Schwingungszahl zu einander addieren. Je mehr verschiedene Schwingungen wir nehmen, desto scharfkantiger wird der Wellenzug. Wir sehen also, dafs wir uns die verschiedenen Klangfarben desselben Tones, die man zeichnerisch durch verschiedene Wellenformen darstellt, durch „Superposition“ der allen gemeinsamen pendelartigen Schwingung mit einer mehr oder minder grofsen Anzahl stärkerer oder schwächerer „Oberschwingungen“ entstanden denken müssen. Um das zu illustrieren, wollen wir einige, durch Übereinanderlagerung verschiedener Wellenzüge entstehende neue Wellenformen durch Zeichnung darstellen, eine Darstellung, die nicht nur rein formales Interesse besitzt, sondern von grofser Wichtigkeit ist, da die Schallwellen sich in Wirklichkeit ebenso verhalten (superponieren) (Fig. 6 I). Betrachten wir zunächst eine Welle, die durch Superposition des Grundtones und der Oktave entsteht (a). (Die Oktave besitze eine Amplitude oder, musikalisch ausgedrückt, eine Stärke, die $^1/_2$ von der des Grundtones beträgt.) Dann eine, die den Grundton und einen Ton von dreifacher Schwingungszahl und $^1/_3$ der Amplitude enthält (b). Dafs auf die endgiltige Form (Klangfarbe) nicht nur die

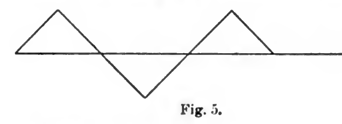


Fig. 5.

Schwingungszahl, sondern auch die Amplitude grofsen Einflufs hat, das zeigt die nächste Fig. (6 II), in der wie in Fig. 6 Ia ein Ton und dessen Oktave übereinandergelagert sind, aber diesmal so, dafs die Oktave dieselbe Amplitude besitzt wie ihr Grundton (Fig. 6 II). — Diese Oberschwingungen oder in der Musik Obertöne eines Grundtones werden im allgemeinen ganz beliebig und ohne einfachen Zusammenhang (in Fig. 6 besteht ein solcher) mit dem Grundton sein. Bei musikalischen Instrumenten aber sind sie zu ihm harmonisch, d. h. sie stehen in einfachen, durch ganze Zahlen ausdrückbaren Verhältnissen zu ihm. Der erste Oberton eines Grundtones ist die Oktave mit der doppelten Schwingungszahl, der zweite die Duodecime mit der dreifachen Schwingungsgeschwindigkeit, dann kommt die zweite Oktave

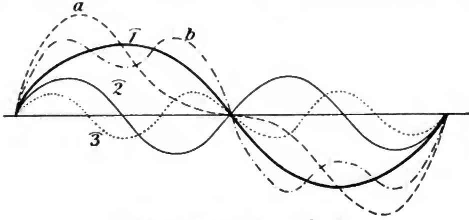


Fig. 6 I. $a = \widehat{1} + \widehat{2}$, $b = \widehat{1} + \widehat{3}$.

mit der vierfachen Geschwindigkeit u. s. w. Dafs solche Obertöne in der That vorhanden sind, hat Helmholtz durch Experimente, deren Grundlage das Phänomen der Resonanz bildet, nachgewiesen. Zwei derselben sollen hier kurz besprochen werden. Hat man einen Körper, der leicht in Schwingungen versetzt werden kann und der infolgedessen seine Schwingungsenergie auch leicht an die umgebende Luft abgiebt (so z. B. eine dünne Membran [Häutchen], die über einen Holzrahmen gespannt ist), so wird dieser am allerleichtesten in Schwingungen versetzt werden, wenn er durch eine Lufterschütterung getroffen wird, deren Periode der Schwingungszahl seines Eigentones gleich ist. (Siehe das Beispiel mit dem Pendel.) Es sei nun eine solche Membran auf die Oktave irgend eines Tones abgestimmt. Streichen wir diesen Ton auf einer Violinsaite an, so finden wir, dafs die Membran weit heftiger resoniert, als wenn wir denselben Ton durch eine Stimmgabel erzeugen, deren Ton wir auf eine weiter unten zu besprechende Weise von Obertönen gereinigt haben; das heifst

also, dafs die Violinsaite aufser dem Grundton auch harmonische Obertöne angiebt (der erste derselben ist die Oktave). Dasselbe beobachten wir, wenn wir Membranen nehmen, die auf solche Töne abgestimmt sind, deren Schwingungszahlen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 etc. mal so grofs sind als die des Grundtones; d. h. alle diese Töne sind Obertöne der Violinsaite. Praktisch lassen sich freilich nicht alle Obertöne auf diese Weise beobachten, da der Widerstand der Luft und die innere Reibung des Materials die Schwingungen der Membranen ungefähr vom 2. oder 3. Oberton an vernichtet oder doch so schwächt, dafs es mit grofsen Schwierigkeiten verbunden sein würde, sie sich auf irgend eine Weise wahrnehmbar zu machen. Diese Schwierigkeit

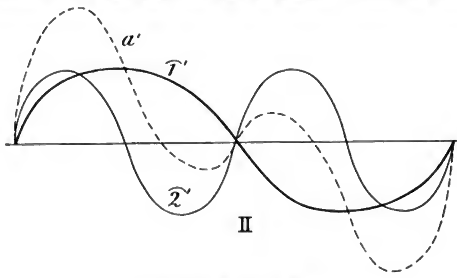


Fig. 6 II. $a' = \widehat{1}' + \widehat{2}'$.

überwand Helmholtz durch die von ihm erfundenen Resonatoren, die es ihm erlaubten, Obertöne bis zum siebenten hinauf deutlich zu hören. Um uns mit dem Prinzip der Resonatoren vertraut zu machen, gehen wir zunächst auf die Schwingungen einseitig begrenzter Luftsäulen ein. Töne werden bekanntlich in Luftsäulen durch periodische Verdichtungen und Verdünnungen der Luft und zwar speziell durch stehende Longitudinalwellen hervorgebracht (d. h. Longitudinalwellen, deren Knotenpunkte festliegen). Um uns eine richtige Vorstellung von Longitudinalwellen zu machen, vergleichen wir sie mit Transversalwellen und setzen für Stellen der gröfsten Luftgeschwindigkeit Bäuche, für die Stellen der gröfsten Verdichtung und Verdünnung Knotenpunkte (Fig. 7). Das könnte paradox erscheinen, wird aber sofort klar, wenn man sich überlegt, dafs ein Teilchen, welches in einem „Knotenpunkte“ liegt, deswegen in Ruhe bleiben mufs, weil es stets nach zwei entgegengesetzten Seiten denselben Zug oder Druck



auszuhalten hat. Am geschlossenen Ende der Röhre (Fig. 7) kann dann stets nur ein Knotenpunkt sein, denn die Luft kann sich dort nicht bewegen, am offenen Ende aber kann nur eine Stelle gröfster Geschwindigkeit liegen, da sich sonst die Luft in der Röhre nie im Gleichgewicht mit der äufseren Luft befände, was das Zustandekommen einer stehenden Welle verhindern würde. Daraus schliefsen wir sofort, dafs eine einseitig geschlossene Röhre dann auf einen Ton resonieren wird, wenn ihre Länge $= \frac{\lambda}{4}, \frac{3}{4}\lambda \ldots$, kurz, ein ungerades Vielfaches der Wellenlänge λ des angegebenen Tones beträgt;

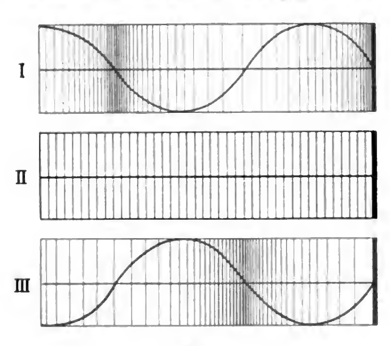


Fig. 7.

denn dann sind, wie aus der Figur ersichtlich, die angegebenen Bedingungen für die Erzeugung einer stehenden Welle erfüllt. Die Resonanz erfolgt wegen der leichten Beweglichkeit und grofsen Elastizität der Luft sehr leicht und mit grofser Stärke, wie folgender Versuch zu beweisen geeignet ist: Man hält eine Stimmgabel, die man von ihrem Resonanzkasten abgenommen hat, und von der man die Wellenlänge λ ihres Tones kennt, über ein cylindrisches Gefäfs, dessen Länge z. B. etwas gröfser sei als $\frac{5}{4}\lambda$; dann hört man den Ton der Gabel als leises, undeutliches Summen. Füllt man nun Wasser in das Gefäfs, so schwillt, sobald man die Luftsäule auf $\frac{5}{4}\lambda$ verkürzt hat, der Ton plötzlich stark an und nimmt wieder ab, wenn man mehr Wasser einfüllt. Zum zweiten und dritten (letzten) Male tritt die Ver-

stärkung ein, wenn die Länge auf $\frac{3}{4}\lambda$ und $\frac{1}{4}\lambda$ reduziert wird. *) Dies Experiment dient zugleich dazu, einen von Obertönen fast vollkommen freien Ton herzustellen (s. o.); denn da im allgemeinen die Obertöne einer Luftsäule gänzlich unharmonisch zu denen einer Stimmgabel von gleichem Eigenton sind, so werden sie im Verhältnis zu dem durch Resonanz sehr verstärkten Grundton so schwach werden, dafs man sie ganz vernachlässigen kann, ja sie werden sich sogar grofsenteils gegenseitig vernichten. — Wir kommen jetzt zurück zu den Helmholtzschen Resonatoren, welche auf dem Prinzip der Luftschwingungen in einseitig geschlossenen Röhren beruhen und die Resonanzwirkungen der Beobachtung dadurch noch bedeutend leichter zugänglich machen, dafs sie die von der tönenden Luftsäule erzeugten

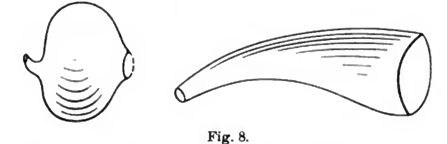


Fig. 8.

Schallwellen nicht durch Vermittlung der äufseren Luft zum Ohre gelangen lassen, sondern die Luftsäulen direkt mit dem Trommelfell des Ohres verbinden. Die Resonatoren sind beiderseits offene Röhren, deren engeres Ende in das Ohr eingeführt wird, und deren Eigenton (man kann denselben durch Anblasen finden, wenn man die enge Öffnung zuhält), zur Resonanz gebracht, seine Schwingungen auf das Trommelfell — welches hier den Abschlufs bildet — überträgt (Fig. 8). Nennen wir jetzt eine Luftschwingung, die aus der Schwingung des Grundtones und aus denen der Obertöne zusammengesetzt ist, einen Klang, zum Unterschied von dem Wort Ton, unter dem wir stets nur pendelartige Schwingungen verstehen wollen, so ist es uns mit Hilfe

*) Setzen wir die letzte Röhrenlänge $= L_1$, die vorigen $= L_2$ und L_3, so haben wir

$$L_1 = \frac{1}{4}\lambda, \quad L_2 = \frac{3}{4}\lambda, \quad L_3 = \frac{5}{4}\lambda \quad \text{oder}$$

$$\lambda = 4\,L_1 = \frac{4}{3}\,L_2 = \frac{4}{5}\,L_3,$$

d. h. der Stimmgabelton ist der Grundton der Röhre von der Länge L_1, während er zu den Obertönen der Röhren L_2 und L_3 gehört

(Duodecime v. L_2, Grofse Terz d. 2. Oktave v. L_3
2. Oberton 4. Oberton.)

von Resonatoren, die auf verschiedene Töne abgestimmt sind, möglich, eine grofse Reihe von Obertönen eines Klanges experimentell zu bestimmen. (Helmholtz gelangte bei Zungenpfeifen, deren Obertöne sehr stark und zahlreich sind, bis zum zwanzigsten; die folgenden waren zu schwer zu unterscheiden, da sie zu nahe bei einander lagen). Doch auch mit unbewaffnetem Ohre kann man nach einiger Übung den 2. und 3. Oberton z. B. von Saiten noch ganz gut hören, ein Beweis dafür, dafs der Resonator nur eine schon vorhandene Thätigkeit unseres Gehörapparates verstärkt und erleichtert. Dieser Umstand, wie überhaupt die Zerlegung von mehreren Klängen in ihre Einzelbestandteile durch die Thätigkeit des Ohres mufs uns auffallen, um so mehr, als in der Natur, genau wie bei der graphischen Darstellung (s. o.), mehrere Wellen sich superponieren und einen komplizierten Wellenzug bilden, dem man nicht mehr ansehen kann, aus welchen Komponenten er entstanden ist. Wie kommt es, dafs das feine akustische Instrument, das uns die Natur geschenkt hat, die Fähigkeit hat, eine Mischung von Klängen zu analysieren und nicht nur wieder in Klänge, sondern sogar in die ursprünglichsten Elemente, in Töne zu zerlegen? Warum ist es nicht wie beim Auge, wo eine Farbenmischung uns als Mischfarbe entgegentritt? Wir müssen also aus dem Bau des Ohres zu ergründen versuchen, welche Eigenschaften es sind, die dieses eigentümliche Verhalten bedingen. Zu diesem Zwecke wollen wir einen kurzen Blick auf den äufserst sinnreichen Mechanismus unseres Gehörapparates werfen, dessen Funktionen im wesentlichen in zwei scharf voneinander geschiedene Gruppen zerfallen: 1. die Verstärkung der Töne oder, physikalisch ausgedrückt: die Verwandlung der an Amplitude verhältnismäfsig grofsen und an Kraft schwachen Luftwellenbewegungen in kleine, aber bedeutend verstärkte Bewegungsantriebe. (Man denke an die Wirkung eines ungleicharmigen Hebels, der kleine Kräfte, die am langen Arm angreifen, in grofse Kräfte am kurzen Arm verwandelt.) 2. Die Analyse der Töne, eine Funktion, die für unser Thema die erste an Wichtigkeit weit übertrifft.

Das Ohr besteht aus drei Teilen: dem äufseren Ohre, der Trommelhöhle und dem Labyrinth. Verfolgen wir nun einmal eine Schallwelle auf ihrem Wege, so bemerken wir, dafs sie zuerst in den äufseren Gehörgang eintritt, der die Luftschwingungen aufnimmt und sie zum Trommelfell leitet. Hier geht die erste Verwandlung vor sich. Aus der Luftschwingung von grofser Amplitude wird eine bedeutend verstärkte von kleiner Amplitude; diese überträgt das Trommelfell durch

die eigentümliche Hebelwirkung der sogenannten Gehörknöchelchen, welche die Bewegung noch mehr konzentrieren, auf das Labyrinthwasser, eine ziemlich schwer bewegliche Flüssigkeit. Die Nerven werden nun direkt mechanisch gereizt, und zwar dadurch, dafs das Labyrinthwasser den auf den Nervenenden liegenden Gehörsand (eine feine krystallinische Substanz) mitbewegt. Warum gerade das Trommelfell die Töne verstärkt, warum und wie die Hebelwirkungen der Gehörknöchelchen ausgeübt werden, kann uns hier nicht interessieren, da es uns der wesentlichen Frage nach dem Grunde der Analyse der Töne nicht näher bringt. Eins aber ist sicher, dafs diese Analyse durch keins der bisher erwähnten Übertragungsorgane ausgeführt werden kann, und dafs es jedenfalls nicht die in diesen Teil des Labyrinthes hineinragenden Enden des akustischen Nerven sein können, die die Klänge in pendelartige Schwingungen zerlegen. Nun hat aber dieser Nerv eine Verzweigung, welche in den knöchernen Teil des Labyrinthes, die Schnecke, hineinmündet. Die untere Wand des Schneckenkanals heifst Basilarmembran und besteht aus dicht gedrängten saitenartig aufgespannten Fasern, auf denen die in Frage stehenden Nervenenden so liegen, dafs sie durch eine Bewegung der Fasern erregt werden können. Solcher Fasern haben wir nach Prof. Waldeyer in unserem Ohre etwa 4500, deren jede, wie Hensen gemessen hat, 0,02—0,05 mm lang und auf einen bestimmten Ton abgestimmt ist. Prof. Hensen wies dies an den Gehörgängen von Krustaceen nach (die mit ähnlichen Fasern ausgestattet sind), indem er die Beobachtung machte, dafs von diesen Fasern bei Angabe eines Tones immer nur einige wenige in Mitschwingung gerieten, und zwar bei Angabe desselben Tones immer dieselben. Es gelang ferner, auch ziemlich genau die Stärke des Mitschwingens einer Faser zu bestimmen, wenn der angegebene Ton nicht ganz mit ihrem Eigenton übereinstimmt.

Setzen wir nämlich für die Intensität des Mitschwingens bei der Tondifferenz 0 den Wert 100, so ergiebt sich folgende Tabelle, die von Helmholtz aufgestellt wurde:

Differenz der Tonhöhe	Intensität des Mitschwingens
0,0	100
0,1	74
0,2	41
0,3	24
0,4	15
0,5	10

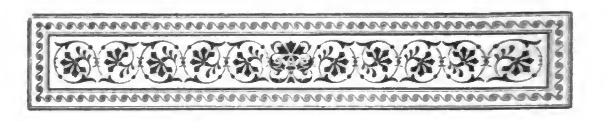
Man sieht, dafs bei einer Tondifferenz von einem halben Ton das Mitschwingen bereits auf $^1/_{10}$ der ursprünglichen Intensität gesunken ist. — Wie viele Gehörfasern auf jeden Ton kommen, kann man natürlich nur ganz annähernd berechnen. Waldeyer nimmt an, es seien ca. 300 zum Hören von Geräuschen, 4200 zur Aufnahme der sieben hörbaren Oktaven vorhanden. Es kämen somit rund auf jeden Ton 80—90. Setzen wir dies Resultat in Verbindung mit der vorhergehenden Tabelle, so kommen wir zu dem Ergebnis, dafs ein sehr feines Ohr Tondifferenzen von $^1/_4$ Ton ohne Hilfsmittel noch genau zu unterscheiden vermag (Mozart wird dies z. B. nachgerühmt). Dann ist die Resonanzstärke der im Tonabstand $^1/_4$ liegenden Fasern von 100 auf 32,5 also ungefähr auf $^1/_3$ gefallen. Wie man sieht, ist das schon eine grofse Genauigkeit, denn es wird hier vorausgesetzt, dafs unser Nervenapparat im stande ist, zu konstatieren, ob eine Gehörfaser eine Schwingungsintensität besitzt, die im Verhältnis zu gröfstmöglichen über oder unter $^1/_3$ liegt. (Gewöhnlich wird es nicht möglich sein, kleinere Intervalle als einen halben Ton präcis zu erkennen.)

Als Ergänzung unserer akustischen Resonanzbetrachtungen mögen noch zwei auffallende Erscheinungen, die mit in dies Gebiet gehören, betrachtet werden. Es ist jedem, der sich mit Musik beschäftigt, gewifs schon aufgefallen, dafs tiefe Triller auf dem Klavier, wie auch auf anderen Instrumenten meistens einen verwischten Klang haben. Während wir nämlich in den mittleren Oktaven Triller von 8—10 Tönen in der Sekunde noch deutlich hören können, tritt in der tiefen Oktave eine zunehmende Undeutlichkeit ein. Es liegt das an der mangelhaften Dämpfung der Saite und des Ohres. Denn einerseits giebt eine kurze Saite einen hohen, kurzen Ton, eine lange aber einen dumpfen, lange fortbrummenden, andererseits werden hohe Töne vom Ohr schnell gedämpft, tiefe dagegen erfahren eine um so mangelhaftere Dämpfung, je tiefer sie sind, weil die durch sie hervorgerufene Bewegung schwach, aber von grofser Dauer ist. — Auf der entgegengesetzten Saite der Tonskala liegt das andere Phänomen, das uns hier interessiert: Es ist die eigentümliche Beobachtung, dafs die obersten Töne auf dem Klavier anders klingen als alle anderen, dafs sie sich unvorteilhaft durch ihren gläsernen oder hölzernen Klang auszeichnen. Woher kommt das? Ein Materialfehler ist es ganz gewifs nicht, denn dazu sind die heutigen Klaviere viel zu vollkommen! Es mufs also an uns selbst liegen! Der Grund ist, wie zuerst Helmholtz angegeben hat, der, dafs unsere

Trommelfelle einen dieser Töne zum Eigenton haben, und zwar gewöhnlich jedes Ohr einen anderen! (z. B. beim Verfasser dieses Aufsatzes links fis‴, rechts e‴). Durch Angabe dieses Tones wird natürlich die Membran in besonders kräftige Mitschwingung versetzt, und die infolgedessen etwas langsamer erfolgende Dämpfung ruft das eigentümliche Gefühl in uns hervor, als ob der Klang eine andere Klangfarbe hätte! — Diese Erklärung könnte ein Bedenken erregen: Ob nicht vielleicht die Veränderung der Klangfarbe durch die eigentümliche Bauart des Klaviers bedingt wird. Denn die im Resonanzboden eines Flügels eingebauten Holzrippen, die überall gleich dick sind, erschweren die Resonanz bei hohen Tönen; man könnte sich daraus die Entstehung der hölzernen Klangfarbe herleiten. Das Bedenken ist ja allerdings zum Teil berechtigt, hebt aber trotzdem die Richtigkeit der Helmholtzschen Beobachtung nicht auf, denn man kann (wenn dies auch mit einigen experimentellen Unbequemlichkeiten verbunden ist) dieselben Versuche mit den obersten Tönen eines Violoncells anstellen (hier ist der Boden vollkommen gleichmäfsig gebaut).

Zum Schlufs sei noch einmal auf die äufserst wichtige Stellung hingewiesen, die die Akustik in der Wellenlehre einnimmt. Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist das Feld der Wellenlehre durchaus nicht auf die Lehre vom Schall beschränkt, sondern erstreckt sich über den gröfsten Teil der Vorgänge aus der Wärmetheorie, der Optik, der Elektrizität und des Magnetismus. Wir haben hier durch die Behandlung eines speziellen Themas Gelegenheit gehabt, einen kurzen Blick auf das Verhalten der Luftwellen zu werfen. Auf den anderen angedeuteten Gebieten werden die Gesetze der Wellenbewegung eines anderen hypothetischen Mediums, des Äthers, betrachtet; jedoch kann man diese vielfach in Analogie zu denen der Luftwellen setzen, und auch wo das nicht vollkommen der Fall ist, läfst sich immer der Zusammenhang mit der Akustik, ja die Abhängigkeit von ihrer Betrachtungsweise dadurch erkennen, dafs alle Bezeichnungen aus diesem Gebiete entlehnt sind. Es wäre z. B. nicht gut möglich, sich mit elektrischer (Heinrich Hertz) und optischer Resonanz (Helmholtz) zu beschäftigen, ohne sich vorher mit den Erscheinungen des „Mittönens“ vertraut gemacht zu haben.





Bulgarische Reiseskizzen.

Von Dr. C. Kassner in Berlin.

Als ich mich im vergangenen Sommer entschlofs, der Einladung meines bulgarischen Freundes Folge zu leisten und meine Ferienzeit in Bulgarien zu verleben, kam ich mir ein wenig als Held vor, denn in unseren Kreisen weifs man eigentlich von jenen Gegenden recht wenig Gutes, zumal Prefsbureaus freundwilliger Nachbarstaaten eifrig dabei sind, nur das Schlechte in vergröfsertem Mafsstabe zu verbreiten. Auch war es mir anfangs zweifelhaft, ob die „kleinen" Staaten der Balkanhalbinsel mir wohl so viel Interessantes bieten würden, um dort mehrere Wochen angenehm zu verbringen. Doch als ich zunächst die Gröfse jener Staaten mit Teilen Deutschlands verglich, fand ich zu meinem Erstaunen, dafs Serbien so grofs ist wie Elsafs-Lothringen und Baden zusammen, und dafs man zu Bayern noch ganz Württemberg hinzufügen mufs, um die Gröfse Bulgariens zu erhalten! Dieses Land könnte daher mit demselben Rechte wie Serbien ein Königreich sein. Freilich hat es kaum halb soviel Einwohner als jene beiden süddeutschen Staaten, denn die Kriege und Massakres zur Zeit der Türkenherrschaft haben die Bevölkerung stark vermindert, doch befindet sie sich jetzt in erfreulicher Zunahme.

Während ich solchen Betrachtungen nachhing, führte mich der Zug nächtlings durch Serbien — das übrigens, da die einzigen beiden Schnellzüge stets nachts fahren, auch viele bulgarische Reisende noch nie gesehen haben — und erst bei Nisch, wo die Bahn das weite Thal der Morawa verläfst, wurde es hell. Und das war gerade die richtige Zeit, denn bald hinter dieser uralten Geburtsstadt Konstantins des Grofsen beginnt das landschaftlich wie geologisch hochinteressante Thal der Nischawa, eines kleinen Gebirgsflusses mit starkem Gefälle. Immer mehr nähern sich die gewaltigen Berge von schönen Umrifsformen, und schliefslich hat nur noch der Flufs Platz, der schäumend und tosend sich in schmaler Klamm durch die Felsen windet; senkrecht steigen die hellrosigen Wände des Gesteins bis zu 300 m

Höhe auf, so dafs es fast scheint, als ob sie sich oben bis auf Meterweite nähern, zumal sie stellenweise auch thatsächlich überhängen. Menschenhand hat es aber doch vermocht, den Schienenweg dem Gebirge abzutrotzen, freilich auch nicht mehr; und deshalb sieht man unmittelbar unter dem Wagenfenster die Wellen rastlos am künstlichen Bahndamme nagen. Kaum eine Woche später, nachdem ich diese Schlucht passiert hatte, rifs das Hochwasser ein Stück des Dammes hinab.

Bald wurden die Felsen niedriger, mehr und mehr Licht



Fig. 1. **Rilokloster.**

flutete herein, und vor uns breitete sich die Ebene von Pirot aus. Hier sind wir auf historischem Boden der jüngsten Vergangenheit, denn von Pirot ab bis Slivnitza durcheilen wir in umgekehrter Folge jene Schlachtfelder, auf welchen 1885 das zuvor erst mit Ostrumelien vereinigte Bulgarien unter Führung des jungen Battenbergers den rechtswidrig hereinbrechenden Serben die ersten und zugleich glänzendsten Lorbeeren abgewann. Immer höher steigt die Bahn, bald sehen wir rechts ein Wachthaus, und nun sind wir in Bulgarien. Schon auf der nächsten Station, Tzaribrod, werden wir des inne, denn strenge Pafs- und Zollrevision findet hier statt, aber die bulgarischen Zollbeamten sind von äufserster Höflichkeit, und so spielt sich dieser Staatsakt leicht und angenehm ab, wenn uns Militärstaatlern auch anfangs die Civilkleidung der Beamten auffällt.

[illegible] Weg noch einmal eng und schluchtig,
[illegible] Höhepunkt mit 726 m erreicht haben;
[illegible] etwas, geht an kahlen Hängen entlang, die,
[illegible] und Geröll bedeckt, kaum eine dürftige Weide
[illegible] durch den dreitägigen Kampf der Bulgaren
[illegible] berühmt gewordenen Slivnitza zu. Schon vor
[illegible] übersieht man den gewaltigen Kessel der Sofianer Ebene,
[illegible] einem ausgedehnten See erfüllt war. Es ist ein wun-
[illegible] Anblick: im Norden die wuchtigen Berghäupter des Bal-
[illegible] sich im Osten in bläulicher Ferne verlieren; im Süden der
[illegible] und dahinter die mächtige Witoscha, die von dem Stadtbilde
[illegible] (spr. Sófjahs) so unzertrennlich ist, wie der Vesuv von Neapel.
Vorübergehend lugt auch noch über der Witoscha das Rilogebirge hervor, an dessen Südhang sich das schönste und bedeutendste Kloster Bulgariens, das dem heiligen Johannes geweihte Rilokloster (Fig. 1*) anlehnt.

Nun zeigen sich auch schon einige Türme von Sofia, ein Minaret läfst sogar auf eine Moschee schliefsen — die erste, die wir betreten sollen —, doch erhält man noch keine rechte Vorstellung von der Stadt und ihrer Ausdehnung. Unter den Vorbereitungen zum Aussteigen werfen wir noch ab und zu einen Blick hinaus; da hält schon der Zug auf dem stattlichen Bahnhof, und wir eilen in die Arme unseres Freundes, dem wir uns aus Unkenntnis der Landessprache mit Leib und Seele und allen Koffern auf Wochen hinaus überantworten. Allerdings hatten wir bulgarische Sprachstudien getrieben, jedoch scheint das ein anderer Dialekt gewesen zu sein, denn als wir z. B. auf bulgarisch Rotwein forderten, brachte der Kellner einen Teller, und als wir das Wort wiederholten, eine Serviette!

Schon das Leben und Treiben auf dem Bahnhof, noch mehr aber unser Einzug in die Stadt brachten uns eine grofse Enttäuschung, denn wir hatten viel Orient, d. h. wenig Zivilisation erwartet — und nun? Eine elegante Droschke brachte uns in raschem Trabe ins Stadtinnere: überall breite Strafsen mit Schienen für die neue elektrische Bahn, moderne Häuser, elektrische Beleuchtung der Strafsen und Plätze, kurz, alles wie bei uns, und doch auch wieder nicht, denn die Volksmassen, die alle Strafsen dicht belebten, erinnerten uns sofort daran, dafs wir im Orient waren, vor allem durch ihre bunten Kostüme.

*) Die Bilder verdanke ich den Herren Dr. A. Ischirkoff, Karastojanoff und G. Woltz in Sofia.

Am Bahnhof beginnt eine schöne und sehr breite Strafse von mehreren Kilometern Länge, die uns zunächst an Resten einer römischen Befestigungsanlage vorüber zur prächtigen Löwenbrücke führt. Der Löwe ist das Wappentier Bulgariens; während er aber als solcher eine recht lange Zunge hat, fehlt sie den ehernen Löwen gänzlich, damit sie nicht, wie der Volksmund meint, ausplaudern können, wieviel die Brücke gekostet hat. Von hier aus hat man einen wundervollen Blick: lang hin zieht sich die sehr belebte Strafse bis hinauf



Fig. 2. **Sofia mit der Witoscha.**

zur Kathedrale, und im Hintergrunde als denkbar prächtigster Abschlufs die Riesenwand der Witoscha (Fig. 2), die, obwohl Sofia selbst schon 550 m hoch liegt, noch mehr als 1700 m emporragt und vielfach in die Strafsen hereinlugt. Halbwegs bis zur Kathedrale, die innen noch nicht ganz fertig ist und auch äufserlich ziemlich einfach erscheint, winkt ein Minaret, das zur einzigen in der Hauptstadt noch vorhandenen Moschee gehört, die uns jedoch sehr enttäuschte durch ihr äufserst kahles und nüchternes Innere. Eine andere Moschee dient als Gefängnis. Viel sehenswerter war das Bad (banja) hinter ersterer Moschee, nach welchem diese auch Banja baschi dschami heifst; aufser einem gemeinsamen, von einer hohen spitzen Kuppel überbauten Bassin giebt es hier auch Einzelbäder mit metertiefen Marmorbassins.

Bemerkenswert ist dabei, dafs das Wasser bereits 47,5° C. heifs aus der Erde quillt. In Sofia geprägte Münzen aus dem 2. und 3. Jahrhundert tragen deshalb häufig das Bild Äskulaps oder der Hygieia. Überhaupt ist Bulgarien, namentlich südlich vom Balkan längs seiner Bruchlinien nach dem Maritzabecken hin, sehr reich an warmen und heilkräftigen Quellen, die neuerdings besonders durch Dr. Watew in Sofia untersucht werden. Einer solchen verdankt das landschaftlich schöne Kostenetz-Banja viel Zuspruch.

Von dem Bade führt die lebhafte Törgowska Ulitza (Handelsstrafse) über den stattlichen Dondukowboulevard, an dessen Ecke das grofsartige Café Panachow einen Vergleich mit den feinsten Berliner Lokalen aushält, nach dem mit einem Springbrunnen verzierten Alexanderplatze, an dessen Ostseite sich das ansehnliche fürstliche Palais erhebt. Hier befindet man sich zugleich im ältesten und jüngsten Teile der Stadt, die noch vor dreifsig Jahren wie ein armseliges grofses Dorf mit elenden Strafsen und noch elenderen Hütten anzusehen war und dabei doch auf eine bedeutende Vergangenheit zuzückblickte.

Kaiser Trajan soll sie gegründet oder doch zur Stadt gemacht und ihr als Hauptort der Serden den Namen Ulpia Serdica beigelegt haben. Wiederholt spielte sie eine wichtige Rolle: so ward sie unter Aurelianus Hauptstadt der neuen Provinz Dacia mediterranea, so unter Konstantin dem Grofsen kaiserliche Residenz — pflegte er doch zu sagen: „Mein Rom ist Serdica". Ferner tagte hier 343 zur Entscheidung zwischen der Lehre des Athanasius und Arius ein allgemeines Konzil, das von 356 Bischöfen besucht war, aber resultatlos verlief. Doch nach dieser Glanzperiode brausten die Stürme der Völkerwanderung heran und zertrümmerten die Weltherrschaft der Römer, von denen noch jüngst aufgedeckte Gräber mit Tonnengewölbe (Fig. 2, links im Vordergrunde) bei der stattlichen Staatsdruckerei zeugen. Um das Jahr 500 drangen die Bulgaren, ein ursprünglich finnischer Volksstamm, in das Land, verschmolzen aber ziemlich rasch mit den dort wohnenden christlichen Slaven, überschritten auch den Balkan und eroberten 809 Serdica, das von nun ab Sredetz hiefs. Mehrere Jahrhunderte hindurch herrschten die bulgarischen Czaren von der Hauptstadt Tirnowa aus über ein mächtiges Reich, das ums Jahr 1200 auch ganz Serbien, Ostrumelien und das heute noch vorwiegend von Bulgaren bewohnte Macedonien fast bis an die Thore Konstantinopels umfafste. Doch kaum zwei Jahrhunderte später (1382) erlag es dem Ansturm der Türken, deren Regiment erst fünfhundert Jahre nachher

zu Ende ging. Noch einmal erstand das alte, grofse Bulgarenreich fast im ganzen früheren Umfange, als 1878 im Präliminarfrieden von San Stefano den Bulgaren Ostrumelien und ganz Macedonien bis an die grofsen albanesischen Seen (nur Salonik ausgenommen) zugesprochen wurde. Aber der Frieden zu Berlin 1879 vernichtete mit einem Schlage alle ihre Hoffnungen, indem ihnen nicht nur der gröfste Teil altbulgarischen Landes, sondern auch die verheifsene Freiheit genommen wurde. Die Folgen davon sind die Abneigung gegen Bismarck als den Vorsitzenden der Friedenskonferenz, das Hinneigen



Fig. 3. **Zigeuner in Sofia.**

zu Rufsland als dem Befreier vom Türkenjoch und die Gründung des macedonischen Komitees zur Wiedererlangung der Unabhängigkeit und der alten Landesgrenzen Grofsbulgariens.

Aufser jenen Römerresten reden noch andere Bauwerke von der langen Geschichte der Stadt; vor allem die ehrwürdige Ruine der Sofienkirche, an deren Stelle zur Zeit des Konzils wohl nur ein kleines Kirchlein stand. Etwa um 1100 wurde dann das jetzige Gebäude äufserst massiv aufgeführt. Während der Türkenzeit wurde es natürlich in eine Moschee verwandelt, doch stürzte durch Erdbeben 1818 die Apsis und 1858 das Minaret samt dem Portal ein, so dafs die Ruine nicht benutzt werden konnte. Jetzt will man sie wiederherstellen, obgleich nebenan schon 1882 der Grundstein zu einer dem heiligen Alexander Newski geweihten Votivkirche für die Befreiung Bulgariens gelegt ist.

Die Sofienkirche liegt mitten in dem wissenschaftlichen Viertel der Stadt, denn im Norden befindet sich die deutsche Schule in recht hübschem Gebäude, östlich davon das grofse schöne Gymnasium, das meteorologische Institut, das interessante geologische Museum und im Westen die vielbesuchte Universität, die teilweise in seminaristischer Weise geleitet wird. Die Hochschullehrer haben meist in Österreich, Rufsland oder Deutschland studiert und hier wiederum besonders in Leipzig. Diese Vorliebe für die Pleifsestadt ist sicherlich auf die alten Handelsbeziehungen zurückzuführen, welche die Leipziger Messe zum Orient hatte und zum Teil noch hat, und die sich noch in dem Namen der im Bukarester Handelsviertel belegenen Strada Lipscani wiederfinden.

Sodann führt uns unser Weg an dem russischen Konsulate vorbei, das in der ersten Zeit nach dem Kriege den Mittelpunkt aller Gegner einer freien Entwickelung des Landes bildete, zu dem nächst dem Palais schönsten Gebäude der Stadt, dem Offizierkasino, dann zur Ssöbranje, dem theatermäfsigen Hause der Nationalversammlung (Fig. 2 im Vordergrunde), die früher in Tirnowa tagte, und weiterhin zu dem Mausoleum des ersten Fürsten, des unglücklichen Alexanders von Battenberg. Wie sehr er es verstanden hatte, sich in das Herz seiner Landeskinder einzuschreiben, bezeugt das wundervolle Grabmal, das sie ihm errichtet haben.

Doch es würde zu weit führen, alles Interessante dieser Stadt zu erwähnen, in der sich ein Deutscher sehr wohl fühlen mufs. Findet er doch überall, gerade weil er Deutscher ist, die gröfste Hochachtung wegen der geistigen und industriellen Höhe seines Heimatlandes. Auch wird er erstaunt sein, wie weit er hier lediglich mit der deutschen Sprache kommt, die nicht nur in vielen Restaurants gesprochen wird, sondern auch in den besseren Gesellschaftskreisen — so hielt ich z. B. anfangs eine sehr hochstehende Dame wegen ihres tadellosen, eleganten Deutsch und ihres echt deutschen Typus für eine Landsmännin, und doch entstammte sie einer der ältesten Bulgarenfamilien. Wo das Deutsche nicht reicht, spricht man französisch, jedoch hatten wir oft um uns eine grofse bulgarische Gesellschaft versammelt, in der alle deutsch verstanden, ja sogar deutsche Lieder sangen!

Nur einen Stadtteil mufs ich noch berühren, der so leicht nicht seinesgleichen hat: das Zigeunerviertel. Es liegt ganz in der Nähe der Bahn, so dafs man schon beim Vorüberfahren einen Überblick erhält; wer aber darin herumgewandert ist, der wünscht sicherlich,

ein Maler zu sein. Es ist überhaupt nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, dafs Sofia ein Dorado für Künstler ist. Man sehe nur einmal diese malerischen, wenn auch aufsen von Schmutz starrenden Hütten (Fig. 3) mit den sauberen Zimmern und reinlichen Betten, diese wundervollen Bronzegestalten der Jünglinge, die meist als Stiefelputzer ihr Geld verdienen — 40 Pfennige genügen schon für den Tagesbedarf — und diese prachtvoll schlank und ebenmäfsig gebauten Figuren der Zigeunerinnen mit dem graziösen, fast königlichen Gang und oft



Fig. 4. **Brücke in Grabowo.**

antiken Gesichtsschnitt. An den Ecken einiger Strafsen in diesem Viertel giebt es Caféhäuser, wie das Café Ismir von Katina Niklowa; doch das Erscheinen der Cafetiere Katina in der Thür genügte, um uns schleunigst zum Rückzug zu veranlassen, denn auf ein so entgegenkommendes Wesen waren wir hier in dem sittenstrengen Bulgarien nicht gefafst. Sehr lustig ging es auf dem Anger zu, wo sich die Knaben balgten und sich ganz junge Mädchen unter Scherzen im Bauchtanz übten, während die bulgarischen Kinder ernst drein schauen und nur die wunderhübschen grofsen Frageaugen dem sonst so gleichmütigen Gesichte doch noch einen kindlichen Zug bewahrt haben.

Der Kinderreichtum ist in Bulgarien ein recht grofser, und das ist auch gut, denn das Land kann viele fleifsige Hände gebrauchen, da noch weite Strecken, zumal nördlich vom Balkan, brach liegen. Trotzdem kennt man auch hier schon eine Art Sachsengängerei, da alljährlich im Frühling Scharen von Männern das Land verlassen, in Rumänien, Siebenbürgen und Ungarn als Gärtner sich vermieten und infolge ihrer grofsen Geschicklichkeit und Sparsamkeit, wie auch ihres aufserordentlichen Fleifses bei ihrer Rückkehr im Herbste eine erhebliche Geldsumme nach Hause bringen. Ebenso haben die Bulgaren für das Baufach natürliche Begabung, wovon die durch einfache Maurermeister kunstgerecht ausgeführten schönen Brücken (Fig. 4) und Kirchen, so vor allem die Kathedrale in Varna, ein glänzendes Zeugnis ablegen.

Wenn wir uns nun noch die Umgebung von Sofia ansehen wollen, so wird die Wahl recht schwer; indessen hatte uns die Witoscha so oft schon zugewinkt, dafs wir endlich eines Sonnabends abends dahin aufbrachen. Der Weg führte an einigen Gartenlokalen vorüber leicht bergan zum Dorfe Dragalevzi, wurde dann steiler und vor allem steinig, bis wir schliefslich das in rund 1000 m Höhe (Fig. 2 ganz links in halber Höhe) gelegene Kloster Dragalevzi erreichten. Der Pope, ein sehr freundlicher und würdiger Herr, empfing uns mit derselben Gastlichkeit, die uns in ganz Bulgarien angenehm berührt hat, und bereitete uns sogleich ein Nachtlager. Diese Klöster sind häufig nicht Konvikte von Mönchen im katholischen Sinne, sondern enthalten meist Kirche, Wohnhaus für den Popen, Wirtschaftsräume und eine Herberge für die Pilger. Hier in Dragalevzi bot sich letztere recht stattlich als zweistöckiges Haus dar, dessen mit Veranden versehene Zimmer an Sofianer Sommergäste vermietet werden — in der That, ein wundervoller Erholungsort, wenn nur nicht die Lebensverhältnisse noch etwas primitiv wären. Die Lage am schön bewaldeten Abhang neben einem rauschenden Bache und die weite Aussicht auf das ganze Sofianer Becken bis an den bläulich herüberdämmernden Balkan sind wirklich entzückend.

Am andern Morgen waren wir schon um 4 Uhr auf und schritten bei leichtem Nebel munter bergan, obwohl der Weg aufserordentlich steinig und oft mit grofsen Blöcken bedeckt war; doch der Nebel wurde immer dichter und zwang uns schliefslich in etwa 1800 m Höhe umzukehren. So mufsten wir leider auf eine Aussicht verzichten, die sich nach dem Urteil aller Reisenden den schönsten der Welt an die Seite stellen kann.

Westlich vom Kloster liegt im Grünen das Dorf Bojana mit seinem schönen Wasserfall, den man wie einen Silberfaden schon von Sofia aus sehen kann (siehe Fig. 2 rechts oben). Der Besuch ist jetzt wesentlich leichter, da eine elektrische Bahn in der Nähe vorbeifährt und im Dorfe Knaschewo, einem sehr freundlichen Badeorte, endet. Man kann auch mit der Eisenbahn dorthin gelangen, dann weiter nach dem idyllischen Wladaja mit der romantischen Besitzung des Sofianer Geologen Zlatarski fahren und die Kohlenbergwerke bei Pernik besichtigen. Auch am Ostabhange bietet die Witoscha hübsche Gegenden, zumal am oberen Isker, wo sich die interessante Kraftstation für die Versorgung des 16 km entfernten Sofias mit Elektrizität befindet. Hier ist bei Kokaljane ein Teil des noch jugendlich dahineilenden Flusses mittelst eines 1 km langen Tunnels durch einen Felsvorsprung geleitet, wodurch ein nutzbares Gefälle von 40 m gewonnen wurde.

Schon aus dieser kurzen Darstellung wird man die Bedeutung der Witoscha für Sofia, ganz abgesehen von dem wundervollen Hintergrund für das Stadtbild, nach verschiedenen Richtungen hin verstehen, doch ihr Nutzen erstreckt sich auch auf die hygieinische Seite, indem sie einerseits ein herrliches Trinkwasser liefert und andererseits abends nach des Tages oft recht grofser Hitze von ihrem bis weit in den Sommer hinein noch mit Schnee bedeckten Haupte erfrischende Bergluft in die Strafsenglut hinabschickt.

Von Sofia aus wollte ich eigentlich nach Konstantinopel, doch trat mir die Pest und vor allem die Quarantäne drohend in den Weg, und ich bedauere es heute nicht, dafs ich nicht dahin gelangen konnte, nachdem ich dafür noch weitere Schönheiten Bulgariens kennen gelernt habe. Einen grofsen Ersatz für den Besuch Stambuls bot uns ein zweitägiger Ausflug nach Philippopel. Die Bahn dahin geht zunächst rasch bergan bis Vakarel, der Wasserscheide zwischen Schwarzem und Ägäischem Meere, dem höchsten Punkte (825 m) der Orientbahn und dem Heimatsorte der schönsten bulgarischen Dienstmädchen. Dann senkt sich der Schienenweg in anmutiger Gegend, in der der Badeort Kostenetz-Banja mit seinem grofsen Wasserfall liegt, hinab in die Maritzaebene und durchschneidet hinter Tatarpasardschik ausgedehnte Reisfelder. Die Regierung hat aus finanziellen Rücksichten den Reisbau wieder erlaubt, nachdem sie ihn, da hierbei die Felder viel unter Wasser gesetzt und so zu Fieberherden werden, aus sanitären Gründen eine Zeit lang verboten hatte.

Plötzlich erscheint Philippopel, ohne dafs man sich aber gleich ein klares Bild von der Stadtlage machen kann, denn die Häuser

stehen teils oben auf einem der vier, etwa 50 m hohen Syenitfelsen, die sich hier im Flachlande ganz unerwartet erheben, teils in der Ebene, teils unten an der Maritza und jenseits derselben. Der Weg vom Bahnhof an enttäuscht zuerst sehr, da er zwischen all den ganz modernen Konsulatsgebäuden der Fremdstaaten und den Häusern reicher Kaufleute hindurchführt, und wir doch eine türkische Stadt hier suchten; auch der frühere Ausstellungspark, so entzückend er auch angelegt ist, wird unseren Erwartungen nicht gerecht, bis wir nach einer kurzen Wanderung auf einmal mitten im Orient sind. Vom Minaret der kleinen Moschee neben unserem türkischen Han (Gasthof) ruft der Muezzin mit melancholischer Stimme die Gläubigen zum Gebet, gegenüber ifst ein Osmanli sein karges Vesperbrot und giebt seinem Eselchen spärliches Futter, weiterhin sieht man hinter stark vergitterten Erkerfenstern der Haremliks geheimnisvolle Gestalten sich bewegen, dazu unten auf der Strafse ein lebhaftes Kommen und Gehen, dafs es uns auch nicht mehr im Hause duldet, und wir hinunter müssen. Zuvor noch im Hotel ein Täfschen türkischen Kaffees — denn wir sind bereits in der Kunst, ihn zu trinken, erfahren —; aber entsetzt stellen wir rasch die Tasse hin; das soll türkischer Kaffee sein? Mein Freund erkundete bald die Ursache: man hatte uns als Franken (Fremde) erkannt und uns zu Ehren Frankkaffee, d. i. Malzkaffee, vorgesetzt! Deswegen fährt man doch nicht nach Philippopel.

Nun aber gings hinein in den Basar, wo an leinwandüberspannten Strafsen die Handwerker ihre verschiedenen Gewerbe betreiben, ein Anblick, der immer und immer wieder anzieht, zumal, wenn man bedenkt, mit welch einfachen Hilfsmitteln hier kunstvolle Erzeugnisse hergestellt werden, zu denen ein westeuropäischer Arbeiter meist noch kunstvolleres Werkzeug gebraucht. Und welche Massen von Waren sind hier aufgehäuft vom frischen Obst und Gemüse bis zu Flinten und Säbeln, von zahllosen Schuhen bis zu ellenlangen Turbantüchern und goldgestickten Deckchen, und dazwischen wieder Sachen, die hier als neu gelten, während sie es bei uns in unserer Kinderzeit waren und uns so in Gedanken um Jahrzehnte zurückversetzten. Dann besuchten wir eine mohammedanische Gräberstätte bei einer alten Moschee, die schon ganz verfallen war denn der Türke bessert nichts aus; wenn Allah wollte, bliebe es ja ganz. An den Turbanen am Kopf der Grabsteine erkennt man die Ruhestätte von Männern, an dem blumenartigen Ende diejenige von Frauen; sitzt der Turban schief, so ist der Bestattete enthauptet worden. Beim

Heraustreten kam uns ein Harem entgegen, der schleunigst die Flucht ergriff, als ich eine Aufnahme von ihm machte; ich fand aber auch hier, wie auf der ganzen Reise bestätigt, dafs das Verhüllen des Gesichtes um so ängstlicher betrieben wird, je älter die edle Dame ist — ja, Mütterchen, die vom Alter schon ganz gekrümmt waren, zeigen kaum die Augen.

Da die Sonne mehr und mehr sank und die Tagesglut nachliefs, stiegen wir den Sa'attepé (Uhrberg) hinan, wo der Uhr- und Feuer-



Fig. 5. **Balkan.**

turm steht. Hier hatten wir eine wundervolle, unvergefsliche Aussicht: vor uns unten im Thale die Stadt, deren Häuser auch den gegenüberliegenden Dschambastepé erklommen, links die Maritza mit ihrer breiten Wasserfläche, hinter uns der Bunardschiktepé mit einem sehr angenehmen Garten in halber Höhe und ringsherum um die Stadt, verschwimmend im Dunst, die weite Ebene. Im Norden, kaum erkennbar, die gerundeten Kuppen des Balkan und im Süden in voller Klarheit die Riesenwand des Rhodopegebirges mit ihrer kühn gezackten Krönung und den hellleuchtenden Schneeflächen an den obersten Hängen. Nur schweren Herzens schieden wir von dem entzückenden Bilde und kehrten nach Sofia zurück.

Nachdem wir bisher Bulgarien südlich vom Balkan kennen ge-

lernt hatten, richteten wir jetzt unsere Schritte nach Nordbulgarien oder, wie es auch treffend genannt wird, Donaubulgarien, denn sein ganzes hydrographisches System gehört mit Ausnahme der Küste der Donau an. Beim Sofianer Becken allerdings, das früher offenbar von einem See ausgefüllt war, greift die Donau auch auf die Südseite des Balkan hinüber, indem sich die Wasser einen Ausweg quer durch das Gebirge nagten, den heutzutage der Isker einnimmt. Dieser Flufs sammelt den gröfsten Teil der von der Rila Planina und der Witoscha herabkommenden Bergwasser, während der andere Teil von dem an der Witoscha entspringenden Struma aufgenommen wird und dann jene Spalte im Balkan durchfliefst, welche die Römer schon kannten und stark befestigten, später aber der Vergessenheit anheimfiel, bis sie der Erforscher Nordbulgariens, F. Kanitz, 1871 teilweise erst wieder entdeckte. Heute ist der einst für tollkühn gehaltene Besuch durch die Eisenbahn, welche von Bulgaren in erstaunlich kurzer Bauzeit hindurch gelegt wurde, ein sehr bequemer und äufserst lohnender. Der Iskerdurchbruch (Fig. 5) ähnelt streckenweise ganz auffallend dem mittleren Moselthal mit seinen scharfen Krümmungen, die den Ausweg kaum erraten lassen; nur sind die Berge viel gewaltiger. Überhaupt bieten die stets wechselnden Landschaftsbilder eine solche Fülle fesselnder Berggruppierungen und schier undenkbarer Bergformen, dafs die stundenlange Durchfahrt stets zu kurz erscheint. Da die geologische Beschaffenheit des Balkan in dieser Gegend keine einheitliche ist, sondern Diabas, Porphyr, Melaphyr, Grünstein, Kalk etc. wechseln, so haben auch die Berge, die bis zu 1000 m über dem Wasserspiegel aufragen, wesentlich verschiedene Charakterformen. Bald zeigen sich sanft gerundete Kuppen, bald Doppelkuppen wie Kamelhöcker, dann wieder in der Kalkregion plattenartige Berghäupter mit senkrechten Seiten. Hier ist der Flufs breit und träge, dort wieder auf kaum 7 m eingeengt und reifsend; bald gehts über eine Brücke und bald durch einen Tunnel, deren es 23 giebt.

Beim Austritt aus dem Balkan gelangt man in das Gebiet der bulgarischen Kreidetafel, welche den gröfsten Teil Nordbulgariens einnimmt und ihm bei ihrer fast horizontalen Lage mit den tief eingeschnittenen Flufsbetten etwas ungemein Gleichförmiges und Ödes verleiht, zumal auch deshalb, weil die Dörfer vielfach unten am Wasserlauf liegen und daher erst in unmittelbarster Nähe bemerkt werden. Den meisten Flüssen eigentümlich ist, dafs das rechte (östliche) Ufer wesentlich höher als das linke ist und die Flüsse dadurch im Kriege



Fig. 6. **Kalkformation bei Karlukowo am Isker.**



Fig. 7. **Lowetsch.**
(Zu: Bulgarische Reiseskizzen.)

bei Front nach Westen vorzügliche Verteidigungslinien abgeben und im russisch-türkischen Kriege thatsächlich abgegeben haben. Schifffahrt ist nur in sehr beschränktem Mafse und auch nur stellenweise möglich. Sehr schön tritt die Kalkformation bald nach dem Verlassen des Balkans bei Karlukowo (Fig. 6, siehe Titelblatt, oben) an die Bahn heran, wo steile Wände fast beängstigend unmittelbar an den Schienen aufsteigen. Vielfach sieht man in halber Höhe grofse Höhlen, in welche Kirchen und Kapellen hineingebaut sind. Weiterhin ist der Sandstein so zerklüftet, dafs nur noch Pyramiden gleich den Erdpyramiden bei Bozen aufragen.

In der Pflanzenwelt fielen mir vor allem die schönen Nufsbäume auf, welche in ganz Bulgarien und auch im Iskerdurchbruch auf den Feldern wild wachsen und durch ihre prächtige Form das Landschaftsbild sehr beleben. Am unteren Isker, mehr nach Plewna zu, fährt man häufig durch weite Strecken, die mit mannshohen Disteln bewachsen sind. Die Berghänge weisen meist Akazienanpflanzungen auf, die seitens der Forstverwaltung systematisch ausgeführt werden und so der zur Türkenzeit schonungslosen Verwüstung Einhalt thun.

Die Eisenbahnfahrt in Nordbulgarien bietet im allgemeinen wenig Reiz und auch das berühmte Plewna vermag landschaftlich nicht zu fesseln, da es in weitem Thale liegt, umgeben von mäfsigen Höhen, die die Stadt vollkommen beherrschen. Man mufs aber doch die Tapferkeit und Geschicklichkeit bewundern, mit der Osman Pascha hier so lange heldenmütigen Widerstand geleistet hat. Heutzutage ist der Ort besonders wegen seiner grofsen Hitze und wegen seines vorzüglichen Weines bekannt. Südlich von Plewna liegt die in der Geschichte Altbulgariens viel genannte Stadt Lowetsch (Fig. 7, siehe Titelblatt, unten), welche auch im letzten russisch-türkischen Kriege eine wichtige Rolle spielte und in demselben aufserordentlich zu leiden hatte.

Bei Gewitter und strömendem Regen langten wir in völliger Finsternis auf dem Bahnhof von Gorna Orechawitza an und mieteten uns zur Fahrt nach dem über 2 km entfernten Marktflecken einen türkischen Planwagen, der sich bald als das denkbar schrecklichste Marterwerkzeug erwies. Der Weg an sich ist, wie wir am nächsten Tage sahen, ganz gut, aber der Kutscher, dem wir auf Gnade und Ungnade überliefert waren, mufs uns, um ein höheres Trinkgeld zu erzielen, querfeldein über Stock und Stein gefahren haben; bald flogen wir zur Rechten, bald zur Linken, bald stand das Vorderteil hoch, bald das Hinterteil, und dabei konnte man nicht die Hand vor Augen sehen. Schliefslich aber tauchten Lichter auf, und nun kam Leben in das Pferd,

das in rasender, halsbrecherischer Eile dahinstürmte und dann mit einem Ruck auf dem Hofe eines echt türkischen Gasthauses stehen blieb.

Am anderen Morgen nahmen wir eine elegante Droschke, um dem hochberühmten Tirnowa einen Besuch abzustatten. Nach den Schilderungen, die Moltke, Kanitz u. a. von der Lage des Ortes entworfen haben, hatte ich meine Erwartungen schon sehr hoch gespannt, aber sie wurden weit, weit übertroffen. Es ist eben nicht möglich, eine zutreffende Beschreibung in Worten zu geben, und auch der an dieser Stelle so beredte Moltke versagt völlig. Es ist der denkbar beste Platz für photogrammetrische Studien, wogegen einzelne photographische Ansichten nur ein ganz einseitiges Bild liefern können. Kañonartige Einschnitte hat hier die Jantra in wunderlichsten Krümmungen im Laufe der Jahrhunderte gemacht, und die Menschen haben sich teils unten am Fluſs, teils an den Hängen und teils oben so angesiedelt, daſs man von keinem Punkt aus die Stadt ganz übersehen kann, man müſste sich denn im Luftballon befinden. Wegen des ungemein wechselvollen Terrains hat man die Eisenbahn, welche von Rustschuk kommend vorläufig hier endet, aber voraussichtlich bald am berühmten Schipkapasse den Balkan überschreiten wird, mittelst eines Tunnels unter dem Hauptstadtteil hindurchführen und den Bahnhof ganz ans südliche Ende der Stadt legen müssen. Einen zweiten ausgedehnten Felsen, den Schloſsberg, nimmt das alte Bulgarenschloſs ein, dessen Ruinen jetzt erfolgreich durchforscht werden; den einzigen Zugang bildet eine schmale, 60 m lange Felsenbrücke, von welcher 1205 der besiegte byzantinische Kaiser Balduin I. verstümmelt herabgestürzt sein soll. Auf dieser Brücke fand ich ein echt bulgarisches Messer von origineller, sichelförmiger Gestalt, das nach gründlicher Reinigung in Berlin den Stempel einer — Nürnberger Firma erkennen lieſs!

Am Abend fuhren wir wieder in die Finsternis hinaus und erst bei Schumla wurde es hell. Schon lange, ehe wir der Stadt ansichtig wurden, fesselte uns die eigentümliche Form der Berge, die meist aus Kalk- und Sandstein bestanden und stets eine horizontale Schichtung zeigten; je nachdem nun die härteste Schicht höher oder tiefer lag, hatte der Berg oben ein Plateau oder einen niedrigen, aber breiten Kegel, dessen Basis auf einer Platte mit senkrecht abfallenden Rändern ruhte. Diese beiden Formen wiederholten sich im ganzen östlichen Bulgarien; trat ausnahmsweise eine runde Kuppenform auf, so sah man gewöhnlich auch tief eingeschnittene Erosionsfurchen, welche astartig nach einer Hauptfurche zusammenliefen. Bei Schumla überwiegt

die Plateauform, und an dem Fufs eines solchen ausgedehnten, aber sehr unregelmäfsig begrenzten Plateaus liegt die allbekannte Festung, von deren Verschanzung man aber wenig sieht, nur im Nordosten einige detachierte Forts, da Schumla im wesentlichen als grofses befestigtes Lager angelegt ist. Zwar sollten nach dem Berliner Vertrage alle Festungen geschleift werden; aber Bulgarien braucht sein Geld zu besseren, kulturellen Aufgaben, und deshalb bleibt der Beschlufs unausgeführt. Schumla macht von der Bahn aus namentlich durch die zahlreichen Bäume und Minarets einen sehr freundlichen und stattlichen Eindruck und zeigt allenthalben ein sehr reges Leben. Überhaupt ist Bulgarien ein fleifsiges Land, nur die noch zu geringe Bewohnerzahl läfst es still erscheinen, und der Mangel an Absatzgebieten eine grofse Industrie noch nicht aufkommen.

Die Fahrt von Schumla nach Varna führt mehrfach noch durch sehr interessante Gegenden, so bei Kaspitschan, wo ein grofses Relief, vermutlich aus der Römerzeit, am Felsen zu sehen ist, so bei dem in tiefem Thalkessel liegenden Provadia, so bei der Fahrt durch den Gebedjesee*) mit seinen kanoeartigen Booten und endlich am Devnasee mit dem riesigen Steinbruch, in dessen Nähe Alexander der Grofse 336 v. Chr. die Triballer geschlagen hat.

Varna bietet als Stadt nicht viel, was aber den Aufenthalt daselbst so angenehm macht, ist das Schwarze Meer mit seinen wundervoll glasgrünen Wellen und der kühlenden Seebrise, mit seinem ausgezeichneten Badestrand, und dem entzückenden Strandgarten auf dem meist 10 bis 20 m hohen steilabfallenden Ufer. Wenn Varna auch ein grofses Bulgarenviertel besitzt mit etwa einem Drittel der ganzen Einwohnerschaft, giebt es doch noch soviel Türken und Griechen, dafs es wegen des Vorherrschens der griechischen Sprache wesentlich noch eine griechische Stadt ist; aber sie wird es bei der aufserordentlichen Regsamkeit der Bulgaren auf dem Schulgebiet nicht mehr lange bleiben, wozu auch die Vollendung der Bahn Sofia—Varna sehr viel beitragen dürfte. In keiner Stadt Bulgariens habe ich soviel Männer gesehen, die stundenlang im Caféhause vor dem Brettspiel safsen wie hier, und nirgends soviel müfsige Frauen und zwar stets Griechinnen, die bald verblühen und dann eine mafslose Körperfülle aufweisen, während es einer Bulgarin sehr verdacht wird, wenn sie sich vormittags viel auf der Strafse oder am Fenster sehen läfst.

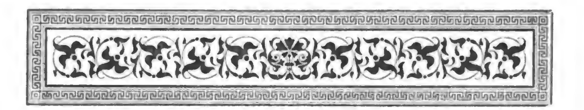
*) Vergl. meinen Artikel „Der Wunderquell von Devna“ in diesem Jahrgang S. 283—286.

Erwähnenswert ist noch der Hafen, der früher eine gefürchtete offene Rhede bot, jetzt aber mit ungeheuren Kosten durch den Bau einer 5 1/2 m über Mittelwasser aufragenden, oben 3 m und am Wasserspiegel mehr als 6 m breiten Mole in einen vollkommen sicheren Hafen verwandelt ist, obwohl noch 400 m an der auf 1200 m projektierten Länge fehlen. Sodann mufs noch des nordöstlich gelegenen, im französischen Mansardenstil erbauten fürstlichen Schlosses Euxinograd gedacht werden, das auf einem Felsenvorsprung errichtet und von ausgedehnten Weingärten mit vorzüglichen Erzeugnissen begrenzt ist.

Die Bahn von Varna nach Rustschuk ist schon vielfach geschildert worden, bietet auch meist wenig reizvolle Gegenden, so dafs sie hier übergangen werden kann. Nur etwas vor Rasgrad giebt es hübschere, bewaldete Stellen, bei Rasgrad selbst passieren wir die getreidereichste Gegend Bulgariens. Die Tenne zum Dreschen befindet sich auf dem Felde und ist schon von weitem an den ringsherum lagernden riesigen Garbenhaufen zu erkennen; das Dreschen geschieht in der Weise, dafs sich ein Bauer auf einen Schlitten setzt und diesen von Pferden über das Getreide ziehen läfst.

In Rustschuk, das auf einer etwa 15 m hohen Löfsterrasse liegt und ein sehr modernes bulgarisches und ein ganz interessantes türkisches Viertel besitzt, mufsten wir von unserem treuen bulgarischen Führerfreunde Abschied nehmen, und schweren Herzens blickten wir noch lange nach dem gastlichen, schönen Bulgarien zurück, während uns das rumänische Dampfboot über die blonde Donau nach Giurgiu trug.





Die elektrochemische Industrie.

Von Dr. C. Müller in Potsdam.

Obgleich die wunderbare Eigenschaft des elektrischen Stromes, dafs er bei seinem Durchgang flüssige Leiter, Elektrolyte, in ihre Bestandteile zerlegt, und dafs diese Bestandteile an den Elektroden frei auftreten, schon in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts entdeckt worden ist, so ist man doch erst geraume Zeit später dazu gekommen, diese chemische Wirkung des elektrischen Stromes für technische Zwecke zu verwerten. Die technische Elektrochemie, so darf man wohl sagen, nahm ihren Anfang, als 1837 Jacobi in Dorpat und Spencer in Liverpool zugleich die Beobachtung machten, dafs die Kupferschicht, welche sich auf einem Elektrizitätsleiter niederschlägt, wenn man ihn, mit dem Pol einer galvanischen Batterie verbunden, in eine Kupfervitriollösung hängt, ein mikroskopisch getreues Abbild des Gegenstandes liefert. Mit Hilfe von reichlichen Mitteln, welche ihm Kaiser Nikolaus zur Verfügung stellte, vervollkommnete Jacobi schnell dies Verfahren, so dafs er bereits 1838 der Petersburger Akademie wohlgelungene Abdrücke tief gravierter Zeichnungen vorlegen konnte. Der so begründete Zweig der Galvanotechnik, die Galvanoplastik, entwickelte sich allmählich nach verschiedenen Richtungen weiter und beschränkte sich bald nicht mehr auf die blofse Reproduktion von Gebilden der plastischen Kunst, von Holzschnitten und dergleichen, sondern dehnte sich auch auf die unmittelbare Herstellung von Metallgegenständen aller Art aus.

Hand in Hand mit der Galvanoplastik entwickelte sich die Galvanostegie, d. h. das Verfahren zur Herstellung von dünnen Metallüberzügen zu Veredelungszwecken. So wurde 1840 die galvanische Versilberung und Vergoldung, 1846 die Herstellung galvanischer Eisenniederschläge und 1859 das Verstählen von Kupferstichplatten erfunden. Hiermit aber war, so schreibt das Hannoversche Gewerbeblatt in einem diesbezüglichen interessanten Aufsatze, vorläufig der Entwicklung der technischen Elektrolyse eine Grenze gesetzt, da der hohe Preis des

durch Auflösen von Zink in den galvanischen Batterien erzeugten Stromes jede gröfsere Verwendung der Elektrizität in der chemischen Industrie unmöglich machte.

Erst nachdem Werner von Siemens das dynamo-elektrische Prinzip entdeckt hatte und so jede vorhandene Wasser- oder Dampfkraft in elektrische Energie ohne wesentliche Verluste umgesetzt werden konnte, nahm die technische Elektrolyse einen neuen Aufschwung. Aus den galvanischen Werkstätten entwickelten sich bald eine grofse Anzahl bedeutender Etablissements, welche sich ausschliefslich mit der Versilberung, Vergoldung u. s. w. von Metallgegenständen aller Art, im gröfsten Mafsstabe jedoch mit der Nickelplattierung eiserner Waren beschäftigten.

Es liegt auf der Hand, dafs die Eigenschaft des elektrischen Stromes, Metalle in zusammenhängender Form und vor allem in hoher Reinheit aus ihren Lösungen auszuscheiden, auch die Aufmerksamkeit der Metallurgen auf sich lenkte und sie anregte, sich diese dienstbar zu machen. Und bald gelang es ihren Bemühungen, die Elektrizität für hüttenmännische Prozesse zu verwenden. Das erste in gröfserem Mafsstabe ausgeführte elektrometallurgische Verfahren war die Raffination von Rohkupfer, ein gewaltiger Fortschritt, da die Reinigung des durch den Hüttenprozefs gewonnenen Roh- oder Schwarzkupfers von den ihm beigemengten Verunreinigungen durch andere Metalle mit den gröfsten Schwierigkeiten verknüpft war, durch das elektrolytische Verfahren aufserdem noch ein ausgezeichnet reines Kupfer erhalten wird. Zu dem Zwecke der Reinigung wird Schwarzkupfer zu Platten von durchschnittlich 1 m Länge, 0,5 m Breite und 0,15 m Dicke gegossen. Diese Platten werden in Abständen von etwa 0,15 m in grofse, mit Blei ausgeschlagene Holzzellen eingehängt, die mit saurer, nicht zu verdünnter Kupfervitriollösung gefüllt sind, und mit dem positiven Pol einer Dynamomaschine verbunden; alternierend zwischen den Schwarzkupferplatten befinden sich solche aus Elektrolytkupfer, die an den negativen Pol angeschlossen sind. An diesen, den Kathoden, schlägt sich nun unter Einwirkung des elektrischen Stromes das Kupfer nieder, während am positiven Pol, den Anoden, Schwefelsäure und Sauerstoff entbunden wird. Die letzteren beiden im Verein lösen die Schwarzkupferplatten auf; in demselben Mafse also, als durch den elektrolytischen Prozefs Rohkupfer in Lösung geht, schlägt sich reines Kupfer auf den Kathodenplatten nieder. Edelmetalle, die in den Schwarzkupferplatten enthalten sind, fallen bei deren Auflösung mit anderen Verunreinigungen als Anodenschlamm

zu Boden und können aus diesen am besten ebenfalls auf elektrolytischem Wege wiedergewonnen werden.

Methoden für die elektrolytische Gewinnung des Kupfers unmittelbar aus Erzen sind von Siemens und Halske, Höpfner und anderen zwar ausgearbeitet worden, haben aber noch nicht alle ihrer praktischen Ausführung entgegenstehenden Schwierigkeiten überwunden.

Dargestellt wurden im Jahre 1896 nicht weniger als 13 700 t elektrolytischen Kupfers, von denen die Vereinigten Staaten mehr als alle anderen Länder zusammen lieferten. Der gröfste Teil dieses reinen Kupfers tritt wieder in den Dienst der Elektrizität, da für diese seine hohe Leitungsfähigkeit von aufserordentlicher Bedeutung ist.

Erwähnenswert ist die Verwendung der Elektrolyse von Kupfersalzen zur Herstellung nahtloser Kupferrohre. Hierbei wird nämlich entsprechend dem bei der Kupferraffination erläuterten Verfahren das ausgeschiedene Kupfer auf einen rotierenden Cylinder niedergeschlagen, wobei die Oberfläche des Niederschlags beständig durch ein keilförmiges Stück Achat poliert wird, welches sich zur Achse des Cylinders hin und her bewegt. Durch Anwendung von Cylindern aus leicht schmelzbaren Metalllegierungen ist die Trennung dieser von der Röhre sehr einfach und so die Möglichkeit gegeben, nicht nur glatte, sondern sogar profilierte Röhren aus einem Stück anzufertigen.

Die Erfolge, welche die Raffination des Kupfers durch Elektrolyse geboten hatte, regten natürlich dazu an, entsprechende resp. weitergehende Versuche auch auf andere Metalle auszudehnen. So sind z. B. für die elektrolytische Darstellung des Zink eine grofse Anzahl von Verfahren angegeben und erprobt worden, mit deren Hilfe man auch zum Teil ein gutes, vor allem kompaktes Zink gewinnen kann. Es haben aber diese Verfahren bisher noch nicht Eingang in die Praxis gewonnen, weil die Destillationsmethoden ökonomischer arbeiten. Das im Handel befindliche Elektrolytzink ist wohl nicht aus Zinkerzen, sondern vielmehr aus zinkischen Abfällen, aus den ziemlich wertlosen Zinkchloridlösungen gröfserer Betriebe, von der Aufarbeitung des Zinkschaums und der Zinkraffination herrührend. Zur Anwendung kommen die elektrolytischen Methoden hier und da für zinkärmere Erze, d. h. solchen, in denen Zink nicht der Hauptbestandteil, deren Wert aber durch Abscheidung des Zinks erhöht wird, endlich zur Scheidung von Blei, Silber und Zink.

Während es sehr leicht ist, dünne Nickelhäutchen elektrolytisch niederzuschlagen, wollte es längere Zeit nicht gelingen, gröfsere

Massen dieses Metalls auf diesem Wege zusammenhängend abzuscheiden. Neuerdings sind aber die diesbezüglichen Schwierigkeiten überwunden. Nach Förster können feste homogene Nickelplatten von beliebiger Dicke aus wässerigen Lösungen des Sulfats oder Chlorides ausgefällt werden, wenn sie bis auf 50—90° C. erhitzt werden. Das erhaltene Nickel ist indessen nicht so rein wie das auf elektrolytischem Wege erhaltene Kupfer. Elektrolytisches Nickel ist jetzt jedenfalls ein Handelsartikel; ein Teil desselben wird aus Legierungen des Kupfers und Nickels gewonnen, aus welchen, indem sie als Anoden benutzt werden, zuerst das Kupfer ausgefällt wird, während das Nickel in Lösung geht.

Hervorragende Bedeutung hat die Elektrolyse auch bei der Scheidung der Edelmetalle erlangt. Die Trennung von Gold und Silber aus ihren Legierungen mit unedlen Metallen, insbesondere den Kupferlegierungen, wurde bisher mit konzentrierter Schwefelsäure ausgeführt, eine durch die Entwickelung von schwefliger Säure ziemlich lästige Arbeit. Jetzt geschieht dies nun in der Weise, dafs man die Legierung, in Musselinsäcke gehüllt, als Anode, ein dünnes Silberblech als Kathode verwendet, während eine stark verdünnte Silbernitratlösung als Elektrolyt dient. Das sich an den Kathoden in Krystallen abscheidende Silber wird durch ein sich hin und her bewegendes Schabewerk beständig entfernt, damit keine leitende Verbindung zwischen den Elektroden eintritt; es ist sehr rein und zeigt nach dem Einschmelzen 999—1000 Tausendteile Feingehalt. In den Musselinsäckchen sammelt sich das Gold des Scheidesilbers an, daneben etwa vorhandenes Platin. Auch diese beiden Metalle lassen sich elektrolytisch trennen. Dabei wendet man als Kathoden Goldbleche, als Elektrolyt eine Lösung von Goldchlorid an. Bei bestimmter Stromdichte und Spannung geht nur Gold in Lösung und schlägt sich an der Kathode nieder, während Platin und seine Begleiter als Schlamm niederfallen.

Ausgedehnte Anwendung findet die Elektrolyse des weiteren noch bei der Entzinnung der Weifsblechabfälle. Weifsblech ist verzinntes Eisenblech, das ja bekanntlich eine vielfache Benutzung, unter anderem auch zur Herstellung von Konservebüchsen, erfährt. Bei der Entzinnung dieser Abfälle bilden dieselben, in Drahtgeflechtkörbe verpackt, die Anoden, Eisenbleche die Kathoden und Ätznatron oder zinnsaures Natron den Elektrolyten. Das erhaltene Zinn wird zusammengeschmolzen oder zu Zinnsalzen verarbeitet, die entzinnten Abfälle gehen an Eisenhütten.

Während die bisher besprochenen Metalle, sogenannte Schwermetalle, aus wässeriger Lösung durch den Strom niedergeschlagen werden können, ist dies bei den Leichtmetallen (den Alkali, Alklierd- und Erdmetallen) nicht angängig. Würde man beispielsweise eine Kochsalzlösung elektrolysieren, so würde das an der Kathode ausgeschiedene metallische Natrium das Wasser unter Bildung von Ätznatron oder Natronlauge und Wasserstoff zersetzen, das an der Anode erhaltene Chlor aber würde alsbald auf das entstandene Ätznatron einwirken und so die Bildung von unterchlorigsaurem Natron veranlassen. Will man also Leichtmetalle aus ihren Salzen oder oxydischen Verbindungen durch Elektrolyse gewinnen, so müssen die sekundären Reaktionen ausgeschlossen werden. Zu diesem Zwecke werden die der Elektrolyse zu unterwerfenden Verbindungen in den feurig-flüssigen Zustand übergeführt. Die geschmolzenen Elektrolyte sind bekanntlich gute Leiter des galvanischen Stromes und erleiden bei Durchgang desselben die gleiche Zersetzung wie die wässerigen Lösungen. Zum Schmelzen kann entweder eine besondere Wärmequelle oder die durch den elektrischen Strom selbst gelieferte Hitze verwertet werden. So wird nach einem 1887 von Hérault gefundenen Verfahren in einem mit Kohle ausgekleideten Ofen reine Thonerde durch einen kräftigen elektrischen Lichtbogen geschmolzen und gleichzeitig elektrolysiert. Nach demselben wird gegenwärtig von der Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft zu Neuhausen und der Aluminiumfabrik Froges in Frankreich unter Benutzung der Wasserkraft des Rheins resp. der Isère das Aluminium in gröfstem Mafsstabe gewonnen.

Von den übrigen Leichtmetallen werden noch Natrium und Magnesium in gröfserer Menge, wie Borchers mitteilt, sogar ausschliefslich elektrolytisch dargestellt. Ersteres wird nach dem Davyschen Verfahren durch Elektrolyse geschmolzenen Ätznatrons des Kochsalzes oder der Soda gewonnen, während Magnesium aus Carnallit, einem Doppelsalze von Chlormagnesium und Chlorkalium, erhalten wird. Zu diesem Zwecke wird dieses in einem eisernen Tiegel, welcher zugleich als Kathode dient, geschmolzen. Als Anode verwendet man einen von einem Porzellanrohre umgebenen Kohlenstab. Im übrigen mufs für Ableitung des Chlors Sorge getragen werden, ebenso wie für Zuleitung indifferenter Gase (Leuchtgas, Stickstoff), damit das Magnesium nicht verbrennt.

Ganz besonders hat sich in der chemischen Technik der elektrolytische Alkali- und Chlorprozefs bewährt. Wie schon oben ange-

deutet, entsteht bei der Elektrolyse wässeriger Kochsalzlösungen infolge der sekundären chemischen Prozesse unterchlorigsaures Natrium, dessen wässerige Lösung unter dem Namen Bleichlauge bekannt ist. Dieser Vorgang liegt nun dem sogenannten elektrolytischen Bleichverfahren von Hermite und Kellner zu Grunde. Man elektrolysiert eine verdünnte kalte Chlornatriumlösung mit Platin-Iridiumelektroden, bis der Höchstgehalt an Hypochlorit erreicht ist. Es gelingt, wie Ost (Chemische Technologie, Hannover 1900) mitteilt, in einer 10 pCt. Kochsalzlösung 1 pCt. und mehr bleichendes Chlor zu erzeugen mit einem Nutzeffekt bis 50 pCt.; eine vollständige Ausnützung des Kochsalzes ist nicht möglich.

Die elektrolytische Bleichlauge wird, entsprechend verdünnt, in den Bleichholländer gebracht und zum Bleichen von Baumwolle für Gewebe und von Cellulose für Papier verwendet, ganz wie sonst Chlorkalklösung. Sie soll vor dieser manche Vorzüge haben, namentlich Baumwolle schön weifs bleichen und daher auch dem Chlorkalk nicht unerhebliche Konkurrenz machen.

Wird der zu elektrolysierenden Salzlösung von vornherein 1—2 pCt. Ätzkali resp. Natron zugesetzt, so erhält man durch Einwirkung des anodischen Chlors das chlorsaure Kalium resp. Natrium. Die dafür notwendige Erwärmung der Lösung tritt durch den Strom von selbst ein. Die erste derartige Fabrik wurde 1890 zu Vallorbes in der Südschweiz unter Benutzung der dortigen Wasserkräfte erbaut. Dazu sind inzwischen eine Reihe anderer Fabriken in Schweden, Finland, am Niagara u. s. w. hinzugekommen, so dafs der Preis für 100 kg Kaliumchlorat von 100 M. auf 55 M. gesunken ist. Wie viel einfacher übrigens die elektrolytische Darstellungsweise ist als die bisher gebräuchliche chemische, dürfte vielleicht am besten klar werden, wenn wir diese letztere in Kürze erörtern. Danach wurde Kaliumchlorat bislang in der Weise hergestellt, dafs man durch Einleiten von Chlorgas, welches aus Braunstein und Salzsäure entwickelt wurde, in erwärmte Kalkmilch zunächst chlorsaures Calcium erzeugte und dieses hierauf in eine gesättigte Chlorkaliumlösung brachte, wodurch sich durch Umsetzung chlorsaures Kalium und Chlorcalcium bildete. Die rein chemische Gewinnung von chlorsaurem Kalium erfordert somit den ganzen komplizierten Apparat, der zur fabrikmäfsigen Darstellung von Chlor erforderlich ist und eine Reihe zum Teil nicht sehr billiger Chemikalien, während als einziges Nebenprodukt wertlose und lästige Chlorcalciumlauge entsteht. Diesem Verfahren gegenüber gestaltet sich das elektrolytische zweifelsohne viel einfacher, und

ähnlich günstig liegen die Verhältnisse für alle anderen Produkte, welche auf elektrolytischem Wege aus den Chloralkalien erhalten werden.

Man elektrolysiert nämlich die Chloralkalilösungen noch unter Anwendung eines Diaphragmas, d. h. einer feinporigen Scheidewand, die bewirkt, dafs die an den beiden Polen frei werdenden Produkte der Elektrolyse von einander getrennt gehalten werden: Ätzkali oder Ätznatron an der Kathode, Chlor an der Anode. Erfolgreich ist die Elektrolyse des Chlorkaliums mit Anwendung eines Diaphragmas zuerst 1890 von der Gesellschaft Elektron in einer Versuchsfabrik zu Griefsheim ausgeführt worden. 1894 hat Elektron eine grofse Fabrik in Bitterfeld, in der Nähe billiger Braunkohlen gebaut und die seitdem entstandenen weiteren Anlagen, die elektrochemischen Werke zu Bitterfeld, Ludwigshafen, Westeregeln und Rheinfelden, haben sich mit Elektron und der chemischen Fabrik Griefsheim als „Chemische Fabrik Griefsheim-Elektron" vereinigt.

Die Hauptschwierigkeit, die der praktischen Ausführung des Diaphragmaverfahrens entgegensteht und die auch heute noch nicht vollkommen beseitigt ist, liegt in dem Diaphragma selbst. Dasselbe soll nämlich eine genügende Widerstandsfähigkeit gegen die gleichzeitige Einwirkung von Alkali und Chlor besitzen, andererseits aber dem elektrischen Strom möglichst geringen Leitungswiderstand bieten, aufserdem noch die Diffusion des gebildeten Alkalis in den Anodenraum verhindern. Pergamentpapier und die schwach gebrannten porösen Thonzellen sind nicht haltbar; die aus reinem Kaolin hart gebrannte Pukallmasse ist zu teuer. Hier und da werden Schichten aus Asbest, Kieselguhr, Sand oder Seife — in Kochsalz und Ätznatron unlöslich — angewendet, während Elektron poröse Cementdiaphragmen benutzt, welche unter Zusatz von löslichen Salzen geformt und nach dem Erhärten ausgelaugt werden.

Eine andere Schwierigkeit dieses Verfahrens liegt noch darin, dafs der elektrolytische Prozefs keineswegs bis zur vollständigen Umsetzung des Chloralkalis in Ätzkali und Chlor fortgeführt werden darf. Wenn nämlich eine grofse Menge Ätzalkali gebildet ist, so wird auch dieses elektrolysiert, ein Übelstand, der einmal zur Folge hat, dafs ein bedeutender Teil der Stromarbeit schliefslich ohne jeden Nutzeffekt ist, zum andern aber bewirkt, dafs die Kohlenanode durch entstehenden Sauerstoff zerstört wird. Mit Rücksicht hierauf wird die Lauge schon abgelassen, ehe die Hälfte des Chlorids zerlegt ist. Der Versuch, das entstandene Ätzalkali durch Einleiten von Kohlensäure

als schwer lösliches Bikarbonat resp. Karbonat auszufüllen und so der Stromwirkung zu entziehen, ist nicht rationell, zum wenigsten nicht für das Ätznatron, weil die Preise für Soda durch die billigen Herstellungskosten der Ammoniaksoda aufserordentlich niedrig sind.

Theoretisch am vollkommensten wird diesen Übelständen durch die sogenannten Quecksilberverfahren begegnet; über die Erfolge derselben im Grofsbetriebe ist jedoch noch nichts Sicheres bekannt geworden. Sie werden namentlich von der Castner-Kellner-Compagnie in England und von Volvag in Deutschland, Belgien und Rufsland ausgebildet. Man elektrolysiert Kochsalzlösung ohne Diaphragma und verwendet als Kathode Quecksilber, welches metallisches Natrium aufnimmt; dem Amalgam wird aufserhalb der Zersetzungszelle durch Wasser das Natrium als Ätznatron entzogen. Man soll bei Benutzung der verschiedenen Ausführungsformen des Quecksilberverfahrens eine völlig chlorfreie Natronlauge gewinnen. Das Chlor selbst wird zum Teil zur Darstellung des Chlorkalks gewonnen, der infolge der dadurch erheblich verringerten Darstellungskosten ebenso wie alle vorgenannten Produkte zu bedeutend geringerem Preise auf den Markt gebracht wird; es dient aber auch direkt als Bleichmittel.

Ähnlich wie das Clor und die Hypochloride hat auch das Ozon eine stark bleichende Wirkung, ja es soll diesen gegenüber sogar nicht zu verkennende Vorzüge besitzen, wird aber aufserdem auch zum künstlichen Altern und Konservieren von Cognac, Liqueuren und Weinen, wie auch von Holz für Musikinstrumente gebraucht. Bezüglich seiner Darstellung hat die Elektrochemie einen entscheidenden Sieg errungen, denn fast alles zur Verwendung kommende Ozon wird auf elektrischem Wege dargestellt. Siemens & Halske haben einen Apparat konstruiert, mit welchem sie kontinuierlich den Sauerstoff der Luft infolge Hindurchstreichens durch eine Art elektrischen Kondensators bis zu 5 Prozent in Ozon verwandeln.

Erwähnen wir nun noch, dafs auch Bleiweifs, Chromate und Kaliumpermanganat auf elektrolytischem Wege gewonnen werden, so dürfte dadurch wohl zur Genüge erwiesen sein, welchen mächtigen Einflufs die Elektrizität in der anorganischen Chemie bereits gewonnen hat. Sehr viel geringer ist dieser auf dem Gebiet der organischen Chemie, wennschon es auch hier nicht an Erfolgen fehlt. So ist z. B. die von Goppelsroeder in die Praxis eingeführte elektrische Zeugfärberei und Kattundruckerei zu nennen. Diese beruht auf der Zersetzung der Anilinsalze durch den elektrischen Strom. Das mit einer Anilinsalzlösung getränkte Tuchstück

wird auf eine mit dem einen Pol einer Dynamomaschine verbundene Metallplatte gelegt und hierauf mit einer zweiten Metallplatte bedeckt, welche das aufzudruckende Muster erhaben enthält und an den zweiten Pol der Maschine angeschlossen ist. Beim Stromdurchgang wird das Anilinsalz zersetzt und die ausgeschiedene Farbe als Muster auf die Tuchfaser fixiert. Auf ähnliche Weise läfst sich die Farbe eines gleichförmig gefärbten Tuches an beliebigen Stellen elektrisch wegätzen und so eine weifse Zeichnung auf farbigem Grunde erzeugen. Zur elektrischen Färberei gehört übrigens auch die Darstellung von Anilin durch Reduktion von Nitrobenzol durch elektrolytisch dargestellten Wasserstoff oder durch elektrolytisch gewonnenes Natriumamalgam (Hannoversches Gewerbeblatt).

In der Rübenzuckerindustrie benutzt man den elektrischen Strom zur Reinigung der Zuckersäfte. „Während man sich anfangs,“ so schreibt Straufs, „bemühte, die Melasse zu reinigen, erkannte man bald, dafs man hier nie zu einem rentablen Verfahren kommen kann, sondern sich auf eine Vorreinigung der Säfte zu beschränken hat. Durch geschickte Kombination des rein chemischen Verfahrens mit dem elektrolytischen ist es auch gelungen, erfolgreich zu operieren. Man erreichte ein schnelleres Entfärben, ein glatteres Verdampfen, ein besseres Filtrieren und allgemein ein rascheres Arbeiten. Die bisherigen Resultate berechtigen zu der Hoffnung, dafs dieses Verfahren eine allgemeine Anwendung finden wird.“

Weiter ist es in der Gärungsindustrie versucht worden, den elektrischen Strom zu verwenden, ebenso in der Gerberei, doch sind die diesbezüglichen Versuche wohl noch nicht zu endgiltigen Resultaten gelangt. Auch organische Verbindungen, unter ihnen beispielsweise Jodoform, werden ebenfalls mit Hilfe des elektrischen Stromes gewonnen. Die Nachrichten darüber dringen aber nur spärlich in die Öffentlichkeit, da die erfolgreichen Darstellungsweisen meistens so lange wie möglich Fabrikgeheimnis bleiben. Thatsache ist jedenfalls, dafs viele chemische Fabriken, die sich besonders mit organischen Präparaten beschäftigen, grofse elektrische Anlagen eingerichtet haben. „Nur zu Versuchen dürften dieselben wohl nicht allein Verwendung finden, wahrscheinlich wird hinter dem Schleier des Fabrikgeheimnisses mehr elektrochemisch gearbeitet, als man ahnt.“

Während alle bisher besprochenen Darstellungsmethoden, ausgenommen die des Ozons, in erster Linie darauf beruhten, dafs der elektrische Strom befähigt ist, chemische Verbindungen in seine

Bestandteile zu zerlegen, sind nun auch solche bekannt, die allein gegründet sind auf der durch den Strom erzeugten Wärme, welche unabhängig von der elektrolytischen Einwirkung thermochemische Prozesse veranlafst. Durch den elektrischen Lichtbogen lassen sich nämlich ohne Schwierigkeit Temperaturen bis 3500° hervorrufen, und ist es hauptsächlich das Verdienst des französischen Gelehrten Moissan, diese für chemische Zwecke dienstbar gemacht zu haben. Benutzt wird für solche Arbeiten der sogenannte elektrische Ofen. Das einfachste Modell desselben besteht aus zwei gut behauenen und aufeinander gepafsten Blöcken von ungelöschtem Kalk. Der untere Block besitzt eine Längsrinne zur Aufnahme der beiden Elektroden aus dichtem Kohlenstoff und in der Mitte eine kleine Vertiefung zur Aufnahme der Substanz. Dieselbe fafst eine wenige Centimeter hohe Schicht derselben, auf welche die Hitze des Bogens einwirken soll. Man kann auch die zu erhitzende Masse in einem kleinen Kohlentiegel in diese Vertiefung bringen. Die Elektroden sind durch verstellbare Träger oder durch auf Unterlagen verschiebbare Schlitten leicht zu bewegen. Von cylindrischer Form, sind sie unter starkem und regelmäfsigem Druck aus Retortenkohle hergestellt, 30—40 cm lang und haben 12—40 mm Durchmesser, je nach der Stärke des angewandten Stromes. Die Enden, zwischen denen der Lichtbogen überspringen soll, werden kegelförmig zugespitzt. Die etwa zu verwendenden Tiegel sind aus einem Stück Graphit geformt und dürfen die Vertiefungen im Ofen nicht ganz ausfüllen.

In einem solchen Ofen sind nun unter dem Einflufs der durch den elektrischen Lichtbogen erzeugten hohen Temperatur alle Metalloxyde durch Kohle reduzierbar. Selbst die am schwersten schmelzbaren Metalle, wie Chrom, Mangan, Wolfram, Vanidin u. s. w., die bisher allen Schmelzversuchen Trotz boten, wurden in vollkommen geschmolzenem Zustande und in mehrere Kilogramm schweren Massen erhalten. Damit ist aber auch die Möglichkeit geschaffen, die Verwendbarkeit dieser Metalle in der Industrie zu prüfen. So besitzt z. B. das auf diese Weise hergestellte reine Chrom grofse Politurfähigkeit und Widerstandskraft gegen die meisten Säuren und ätzenden Alkalien, verleiht aufserdem dem Eisen und Kupfer, in geringer Menge zugesetzt, sehr wertvolle Eigenschaften. Reines Kupfer mit 0,5 % Chrom legiert, erlangt nahezu doppelte Widerstandsfähigkeit; die Legierung läfst sich gut polieren und verändert sich weniger als Kupfer in Berührung mit feuchter Luft.

Harren die vorgenannten Produkte des elektrischen Ofens auch

noch der Mehrzahl nach ihrer industriellen Verwendung, so sind doch auch Erzeugnisse desselben vorhanden, die sich bereits einer ausgedehnten Benutzung erfreuen, die Kohlenstoffverbindungen des Siliciums und des Calciums. Erstere, das Siliciumcarbid und Karborundum, ist bemerkenswert wegen seiner grofsen Härte, bezüglich der es nur dem Diamanten nachsteht und die ihm eine aufserordentliche Wertschätzung als Schleifmittel gesichert hat. Es wird gegenwärtig in Amerika in grofsem Mafsstabe fabriziert. Die Produktion ist von 15000 Pfund im Jahre 1893, in welchem sie zuerst im fabrikmäfsigen Umfange betrieben wurde, auf etwa $1\frac{1}{2}$ Million Pfund im Jahre 1897 gestiegen.

Bekannter ist wohl die zweite dieser Verbindungen, das Calciumcarbid, die allerdings schon von Davy und Wöhler entdeckt ist, doch erst im elektrischen Ofen aus gebranntem Kalk und Kohle in grofsem Mafsstabe billig dargestellt werden konnte. Die hohe industrielle Bedeutung dieses Körpers, das lebhafte Interesse, das er auch in den weitesten Kreisen hervorgerufen hat, ist in dem Umstand zu suchen, dafs er in Berührung mit Wasser Acetylen bildet, ein Kohlenwasserstoffgas, das bei seiner Verbrennung bekanntlich ein Licht von hoher Intensität liefert.

Schliefslich sei noch darauf hingewiesen, dafs neuerdings auch Phosphor im elektrischen Ofen dargestellt wird. Wöhler fand schon 1830, dafs Phosphor aus Calciumphosphat erhalten werden kann, wenn man dasselbe mit Sand und Kohle stark erhitzt; diese Darstellungsweise im grofsen zur Ausführung zu bringen, hat aber erst der elektrische Ofen ermöglicht. Es werden dabei 80% des in den Rohstoffen enthaltenen Phosphors gewonnen.

Wir haben im vorstehenden nur einen kurzen Überblick über den Stand der elektrochemischen Industrie zu geben versucht, und doch dürfte dieser bereits zur Genüge erkennen lassen, einen wie gewaltigen Einflufs die Elektrizität schon heute in der chemischen Technik errungen hat. Dabei ist, so dürfen wir wohl nicht mit Unrecht sagen, die Elektrochemie erst im Werden begriffen, eine junge Wissenschaft, die zwar schon manche Aufgabe gelöst hat, der aber noch viele zu lösen vorbehalten sind. Und was bisher in dieser Beziehung geleistet, das ist nicht zum wenigsten das Ergebnis deutscher Forschenskraft und deutschen Geistes. Möge auch im neuen Jahrhundert die deutsche Wissenschaft bahnbrechend vorangehen zum Ruhme unseres Vaterlandes, zu Nutz und Frommen unserer heimischen Industrie.



Spiralige Struktur der grofsen Nebelflecke.

Zu wiederholten Malen ist in unserer Zeitschrift auf die Erfolge hingewiesen worden, welche durch Anwendung des photographischen Verfahrens in der Erkenntnis der Natur der Nebelflecke gewonnen worden sind. Es hat sich nach den Versuchen, die Nebel photo-

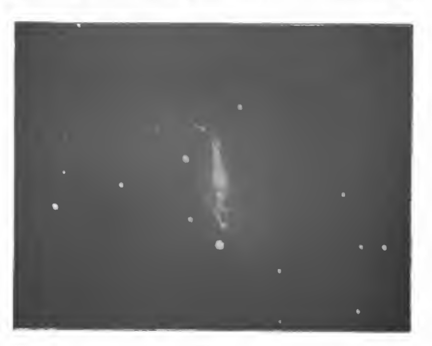


Fig. 1.

graphisch unter Anwendung von Teleskopen und mehrstündiger Expositionszeit aufzunehmen, namentlich in den Resultaten von Roberts in Crowborough Hill (England) und Keeler auf Mount Hamilton (Lick-Sternwarte) herausgestellt, dafs die alten oft bezweifelten Zeichnungen, die Lord Rosse und Lassell in den fünfziger und sechziger Jahren mit Hilfe von Spiegelteleskopen von verschiedenen gröfseren Nebeln gemacht haben, mehr Anspruch auf Wahrheit besitzen, als man wegen der diesen Zeichnungen innewohnenden Tendenz, vielen Nebeln eine entschieden spiralige Struktur zuzuschreiben, zu glauben geneigt war. Diese spiralige Beschaffenheit mancher Nebel ist jetzt, besonders nach Keelers Arbeiten, aufser Zweifel. Als Beweis dafür möchten wir

auf die Zeichnungen zurückkommen, die wir im I. Jahrg. H. u. E. in der Beilage zum 3. Heft nach Tempel und Rosse von dem Nebel H I, 55 (im Pegasus) gegeben haben. Während die älteren Zeichnungen von Herschel und D'Arrest dort diesen Nebel nur einfach spindelförmig erscheinen lassen, findet sich auf Tempels Zeichnungen links vom eigentlichen Nebel ein ballförmiger Ansatz mit sternartigem Mittelpunkt; letzterer Ansatz hat aber nach Rosse (m. s. die Zeichnung) eine ausgesprochene spiralige Struktur. Tempel, der 30 Jahre später als Rosse beobachtete, weifs also von dieser Tendenz zur Spiralform noch nichts. Wie sich aber jetzt aus den photographischen Aufnahmen des Nebels, welche Keeler mittelst des Crosseleyteleskops im August vorigen Jahres gemacht hat, ergiebt, hat Rosse recht gesehen, und der Nebel ist sicher spiralig. Wir reproduzieren die von Keeler mittelst $3^1/_2$ stündiger Expositionszeit erhaltene und im Astrophys. Journ. (Januarheft 1900, Plate II) veröffentlichte Photographie (Fig. 1). Die Rossesche Zeichnung kommt, wie man aus dem Vergleiche der Photographie mit den Zeichnungen im I. Bande H. u. E. ersehen kann, der Keelerschen Aufnahme näher als alle anderen. Der Nebel besteht aus zwei Teilen, aus einer linksseitigen spiralförmigen Partie mit innerem, dunklem Raume, in welchem ein Zentralstern 15. Gröfse zu erkennen ist. (Dieser Stern ist auch bei Rosse angezeigt.) Diese spiralförmige Partie ist unten nicht geschlossen wie bei Rosse, sondern hängt mit dem zweiten, rechtsfolgenden Teile zusammen, welcher mittelst einer Windung in einen feinen Zug nach aufwärts auszulaufen scheint. Dieser zweite feine gewissermafsen eine Spaltung des Hauptstranges darstellende Teil ist bei Rosse unsichtbar, er ist eben mittelst Okularbeobachtung nur aufserordentlich schwierig wahrnehmbar, und nur die photographische Platte vermag solch feine Details sofort zweifellos wiederzugeben. In Tempels Zeichnung fällt auf, dafs sich in einiger Entfernung von dem Nebel H I 55 rechts noch ein feiner Nebelfleck angedeutet findet, der auf der Keelerschen Photographie fehlt. Aber man bemerkt auf dieser letzteren an der entsprechenden Stelle einige sehr schwache einander nahestehende Sterne 16. Gröfse, und diese können bei der blofsen Okularbeobachtung (auf welche Tempel bei seinen Zeichnungen angewiesen war) den Eindruck eines dort stehenden schwachen Nebels hervorgebracht haben. Ob der Nebel H I 55, wie er sich uns jetzt nach Keeler darstellt, in der That ein aus spiraligen Massen sich zusammensetzendes Objekt ist oder nur vermöge der Projektion der Teile gegen die Erde spiralförmig erscheint, läfst sich natürlich nicht entscheiden. In dieser Hinsicht

würde es von Interesse sein, mit der Zeit konstatieren zu können, ob etwa der Zentralstern in dem dunklen Raume links irgendwie physisch mit dem Nebel zusammenhängt oder ob er nur zufälligerweise in unserer Gesichtslinie zum Nebel steht. Roberts hat den Nebel ebenfalls vor einigen Jahren photographiert; die spiralige Form scheint in seiner Aufnahme nicht so deutlich wie bei Keeler ausgesprochen zu sein.

Sehr beachtenswert sind ferner die photographischen Nebelaufnahmen, die H. Deslandres auf dem Observatoire de Meudon mittelst eines photographischen Fernrohres von besonders grofser Fokuslänge (16 m Länge bei einer Objektivöffnung von 0,62 m) gemacht hat, von denen wir ebenfalls hier einige reproduzieren (Fig. 2).

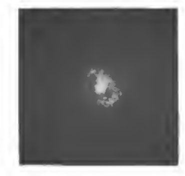
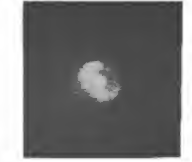




Fig. 2.

Die erste Aufnahme betrifft den Nebel 7662 (Neuer Gener.-Katalog) in der Andromeda. Rosse zeichnete diesen Nebel 1850 und 1861 ringförmig oder spiralartig mit Zentralkern; Lassell sah ihn 1865 als Ring mit Zentralkern; Vogel 1880 teilweise doppelringförmig ohne Zentralpunkt. Die Deslandressche Photographie zeigt ein ringförmiges Gebilde mit Zentralkern, aufserdem aber eigentümliche Verlängerungen oder Fortsetzungen, welche dem ganzen eine Neigung zur Spiralstruktur verleihen. Ein planetarischer Nebel im Drachen (N. G. K. 6543), dessen Photographie nach Deslandres wir ebenfalls wiedergeben, zeigt eine ähnliche spiralige Beschaffenheit. Dieser Nebel ist schon von Holden und Schaeberle mittelst des grofsen Refraktors der Licksternwarte gezeichnet und als Spiralnebel beschrieben worden. Deslandres hat aufserdem noch einige weitere Nebel photographiert, bei denen die Tendenz zur Spiralstruktur entschieden hervortritt.



Über das Trinkbedürfnis grofser Säugetiere.

Nur sehr wenige zuverlässig genaue Beobachtungen über die Quantität von Nahrung und Trinkwasser bei wild lebenden Tieren

liegen vor. Um so mehr erscheint es für die Zoologischen Gärten geboten, diesbezügliche Ermittelungen bei den gefangenen Tieren anzustellen. Hierbei ist es selbstverständlich, dafs die veränderte Lebensweise, die geringe Bewegung und der Unterschied im Klima das Nahrungs- und Trinkbedürfnis der betreffenden Tiere sehr beeinflussen. Im allgemeinen läfst sich dennoch ein ungefähres Bild über die Gröfse der täglich aufgenommenen festen und flüssigen Nahrungsbestandteile machen.

Interessant ist es, die Flüssigkeitsmengen grofser Säugetiere, welche tropische Länder bewohnen, durch Messungen des gereichten Trinkwassers festzustellen. Hierfür mögen folgende Beispiele gelten: Der grofse indische Elefant des Berliner Zoologischen Gartens erhält im Winter täglich 12—15, im Sommer 15—20 Eimer Wasser. Jeder Eimer fafst 10 Liter, mithin beträgt die täglich aufgenommene Wassermenge im Winter 120—150 Liter, im Sommer 150—200 Liter. Das indische Nashorn erhält morgens und abends je 2 Kannen Wasser. Jede Kanne umfafst 30 Liter, mithin beläuft sich der tägliche Wasserverbrauch auf 120 Liter. Das sind ansehnliche Wassermengen. Berücksichtigt man aber die Körpergröfse der Tiere und den hierdurch bedingten grofsen Stoffumsatz in ihrem Körper, so wird die Höhe des Wasserverbrauches verständlich. A. S.

Himmelserscheinungen.

Übersicht der Himmelserscheinungen für August und September.

Der Sternhimmel. Während August und September ist um Mitternacht der Anblick des Sternhimmels der folgende: In Kulmination sind Schwan, Adler, Steinbock, später Pegasus, Wassermann und Andromeda. Im Untergange sind um Mitternacht Bootes, Ophiuchus und Herkules; Arktur geht nach 12^h resp. vor $\frac{1}{2}11^h$ unter; Antares (Skorpion) geht schon zwischen 10–8^h abends unter, die Waage bei Einbruch der Dunkelheit. Vor und nach Mitternacht gehen auf Walfisch, Stier und Zwillinge (Aldebaran zwischen $\frac{1}{2}12$—$\frac{1}{2}10^h$, Kastor nach 12^h resp. 10^h), Adler, Wassermann und Pegasus gehen in den Morgenstunden unter, um dieselbe Zeit werden am Osthimmel Orion und Sirius (letzterer zwischen $\frac{1}{2}5$—$\frac{1}{2}3^h$) sichtbar. Die folgenden Sterne kulminieren für Berlin um Mitternacht:

			AR. h	m	D. °	'
1. August	α Cygni	(1. Gr.)	20	38	+ 44	36
8. „	ν Aquarii	(4. Gr.)	21	4	— 11	46
15. „	γ Capric.	(4. Gr.)	21	35	— 17	7
22. „	α Aquarii	(3. Gr.)	22	1	— 0	48
29. „	η Aquarii	(4. Gr.)	22	30	— 0	38
1. September	η Pegasi	(3. Gr.)	22	38	+ 29	42

8. September	γ Piscium	(4. Gr.)	(AR. 23h	12m,	D. + 2°	44')
15. „	ι Piscium	(4. Gr.)	23	35	+ 5	5
22. „	α Androm.	(1. Gr.)	0	3	+ 28	33
29. „	π Androm.	(4. Gr.)	0	32	+ 33	10

Helle veränderliche Sterne, welche vermöge ihrer günstigen Stellung vor und nach Mitternacht beobachtet werden können, sind folgende:

U Lyrae	(Helligk. 8. — 9. Gr.)	(AR. 19h	17m,	D. + 37°	42')	
χ Cygni	(„ 5.—11. „)	19	47	+ 32	40	4. August
X Cygni	(„ 7. — 8. „)	20	40	+ 35	14	Kurze Periode
T Vulpec.	(„ 5. — 7. „)	20	47	+ 27	53	„ „
Y Cygni	(„ 7. — 8. „)	20	48	+ 34	17	Algoltypus
S Aquarii	(„ 8.—11. „)	22	52	— 20	52	Per. 279 Tge.
T Ceti	(„ 5. — 7. „)	0	17	— 20	37	Irregulär
U Cephei	(„ 7. — 9. „)	0	53	+ 81	21	Algoltypus
Mira Ceti	(„ 2. — 9. „)	2	14	— 3	26	Per. 331 Tge.
U Ceti	(„ 7. „)	2	29	— 13	35	25. Septbr.

Die Planeten. Merkur läuft von den Zwillingen durch den Krebs in den grofsen Löwen und kommt dem Regulus etwa am 25. August am nächsten; Merkur ist Anfang August bei gröfster westlicher Elongation vor Sonnenaufgang gut sichtbar, geht aber bald mehr und mehr mit der Sonne auf und unter; im September ist er wieder auf einige Zeit nach Sonnenuntergang sichtbar. — Venus, im grofsen Löwen und der Jungfrau (am 10. September nahe bei Spica) ist im August und September nur am Abendhimmel bis etwa eine Stunde nach Sonnenuntergang sichtbar. — Mars im Sternbilde der Jungfrau, bleibt am Abendhimmel etwa durch 1½ Stunden nach Sonnenuntergang sichtbar, Ende September bis gegen 7 Uhr abends. — Jupiter im Schützen ist Anfang August die ganze Nacht bis gegen ½2h morgens sichtbar, Ende September bis gegen ½10h abends. — Saturn steht ebenfalls im Schützen und geht etwa eine halbe Stunde später unter als Jupiter. — Uranus ist im Skorpion und Ophiuchus, bleibt Anfang August bis Mitternacht, Anfang September bis gegen 10h, Ende September bis 8h abends sichtbar. — Neptun ist im westlichen Teil der Zwillinge, geht Anfang August um 1h 10m morgens auf, später immer zeitiger, so dafs er Ende September schon bald nach 9h abends am Osthimmel sichtbar wird.

Sternbedeckungen durch den Mond (für Berlin sichtbar):

			Eintritt			Austritt		
5. August	δ Piscium	(4. Gr.)	3h	54m	morgens	4h	56m	morgens
8. „	ε Tauri	(4. „)	11	6	abends	11	51	abends
29. „	c Capricorni	(5. „)	2	3	morgens	2	58	morgens
30. „	κ Aquarii	(5. „)	1	35	„	2	39	„
10. Septemb.	κ Cancri	(5. „)	3	23	„	4	20	„

Mond. Berliner Zeit.

Letztes Viert.	am 7. August	Aufg.	10h	38m	abends	Unterg.	2h	41m	nachm.
Neumond	„ 14. „	„		—				—	
Erstes Viert.	„ 22. „	„	1	46	nachm.	„	10	19	abends
Vollmond	„ 29. „	„	6	19	abends	„	5	53	morgens
Letztes Viert.	„ 5. September	„	10	14	„	„	2	36	nachm.
Neumond	„ 12. „	„		—				—	
Erstes Viert.	„ 21. „	„	2	8	nachm.	„	10	43	abends
Vollmond	„ 28. „	„	5	35	„	„	7	32	morgens

Erdnähe: 6. August, 1. u. 29. September; Erdferne: 21. August u. 17. September.

Sonne.	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag.	Zeitgleichung.	Sonnenaufg. f. Berlin.	Sonnenunterg. f. Berlin.
1. August	8 h 37 m 26.9 s	+ 6 m 8.2 s	4 h 20 m	7 h 51 m
8. „	9 5 2.8	+ 5 30.6	4 31	7 38
15. „	9 32 38.7	+ 4 25.2	4 43	7 25
22. „	10 0 14.5	+ 2 53.6	4 54	7 10
29. „	10 27 50.4	+ 0 59.0	5 6	6 55
1. September	10 39 40.1	+ 0 4.2	5 11	6 48
8. „	11 7 15.9	— 2 13.0	5 23	6 32
15. „	11 34 51.8	— 4 38.5	5 34	6 15
22. „	12 2 27.7	— 7 6.5	5 46	5 58
29. „	12 30 3.5	— 9 30.5	5 58	5 42



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

All' Astronomo G. V. Schiaparelli. Omaggio. 30 Giugno 1860. — 30 Giugno 1900.

Annales de l'Observatoire de Nice. J. Perrotin, Tome VII. Météorologie. Paris, Gauthier-Villars et Fils. 1900.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique 1899, Soixante-sixième année. Supplément.

Annuaire Astronomique de l'observatoire royal de Belgique. Publié par les soins de L. Niesten.

Annuaire Météorologique pour 1901. Publié par les soins de A. Lancaster (Observatoire Royal de Belgique), Bruxelles 1901. F. Hayer.

Astronomischer Kalender für 1901. Herausgegeben von der K. K. Sternwarte zu Wien. Wien, Carl Gerold's Sohn.

Astronomische Mitteilungen von der Königlichen Sternwarte zu Göttingen; herausgegeben von W. Schur, VI. Teil, Göttingen, Dieterich'sche Univ.-Buchdruckerei 1900.

Bade, Der Schleierschwanz und Teleskopschleierschwanz, ihre Zucht und Pflege. Mit 5 Tafeln nach photographischen Aufnahmen lebender Fische und 19 Abbildungen im Texte. Magdeburg, Creutz'sche Verlagsbuchhandlung 1900.

Bergens Museum. Aarbog 1900 1. und 2. Heft. Afhandlinger og Aarsberetning udgivne af Bergens Museum ved Dr. J. Brunchorst. Bergen 1900.

Bergens Museum. Aarsberetning for 1900. Beretninger afgivne til generalforsamlingen den 25de februar 1901. Bergen 1901.

Bezold, W., Theoretische Betrachtungen über die Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftfahrten des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt in Berlin. Mit 17 in den Text eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1900.

Bigourdan, G., Le système métrique des poids et mesures. Paris, Gauthier-Villars Imprimeur-Libraire, 1900.

Börnstein, R., Wetterkunde und Landwirtschaft. Festrede, zur Feier des 200jährigen Jubiläums des Königreichs Preufsen und des Geburtstages Sr. Majestät des Kaisers und Königs gehalten in der Kgl. Landwirtschaftl. Hochschule zu Berlin am 17. Januar 1901. Berlin, Paul Parey, 1901.

Brehm, Die Elefanten aus Brehms Tierleben. (Meyers Volksbücher No. 1255.) Leipzig, Bibliographisches Institut.

Chandler, S. C., Comparison of the Observed and Predicted Motions of the Pole, 1890—1898, and Determination of Revised Elements. (From the Astronomical Journal No. 446.)

Chun, C., Aus den Tiefen des Weltmeeres. Schilderungen von der deutschen Tiefsee-Expedition. Lieferung 1—12. Jena, Gustav Fischer, 1900.

Classen, A., Ausgewählte Methoden der Analytischen Chemie. I. Band, unter Mitwirkung von H. Cloeven. Mit 78 Abbildungen und einer Spektraltafel. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1901.

Danneberg, B., Neue überraschende Aufschlüsse und zuverlässige Rück- und Fernblicke über die allgemeinen Witterungserscheinungen. Neuhaldensleben, C. A. Eyrand, 1900.

Die erste Erfindung, Vorgeschichtliche und kulturhistorische Gedanken. Dresden, Oscar Damm, 1900.

Encyklopädie der Photographie, H. Müller: Die Mifserfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung. Ein Hilfsbuch für Liebhaber der Lichtbildkunst. Heft 7. I. Teil: Negativ-Verfahren. Mit zehn Figuren im Text und einem ausführlichen Sachregister. Heft 9. II. Teil: Positiv-Verfahren. II. Aufl. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1899/1900.

Eckstein, K., Der Kampf zwischen Mensch und Tier. (Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.) Leipzig, B. G. Teubner, 1899.

Erdmann, H., Lehrbuch der anorganischen Chemie. II. Auflage. Mit 287 Abbildungen, einer Rechentafel und sechs farbigen Tafeln. Braunschweig. Friedr. Vieweg & Sohn, 1900.

Fraas, E., Die Triaszeit in Schwaben. Ein Blick in die Urgeschichte an der Hand von R. Blezingers geologischer Pyramide. Ravensburg, Otto Maier.

Francé, R., Der Wert der Wissenschaft. Freie Gedanken eines Naturforschers. Dresden, Carl Reifsner, 1900.

Fortschritte der Physik im Jahre 1899. Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. 55. Jahrgang, I. Abteilung: R. Börnstein und K. Scheel, enthaltend Physik der Materie. II. Abteilung: R. Börnstein und K. Scheel, enthaltend Physik des Äthers. III. Abteilung: Rich. Afsmann, enthaltend Kosmische Physik. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn.

Gautier, R., Résumé Météorologique de l'année 1897 et 1898 pour Genève. Genève, Rey & Malarallon, 1898, und K. Anold, Malarallon, 1899.

Geisteshelden: Biographien, 39. Band: A. v. Humboldt, Leop. v. Buch, von Siegm. Günther. Mit zwei Bildnissen. Berlin, Ernst Hofmann & Co.

(Fortsetzung folgt.)

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Die Atomistik und ihre Probleme.

Von P. J. Müller in Zittau.

Schon Empedokles leitete alle Erscheinungen aus einer ursprünglichen Unendlichkeit der Qualität nach gleichartiger, der Quantität nach aber verschiedener Grundbestandteile ab, die er Atome nannte. Sie sind unveränderliche, zwar ausgedehnte, aber unteilbare, nur der Gröfse, Gestalt und Schwere nach bestimmte Massenteilchen. Als das Seiende und Qualitätlose sind sie einer Verwandlung oder qualitativen Veränderung schlechterdings unfähig, und alles Werden ist daher bei Empedokles nur lokale Veränderung. Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungswelt ist nur aus der verschiedenen Figur, Ordnung und Stellung der zu Komplexionen verbundenen Atome zu erklären. Zudem glaubte Demokrit, dafs die Atome durch den leeren Raum getrennt seien, der sie auseinanderhalte, der aber objektive Realität habe; denn „das Sein ist um nichts realer als das Nichts.“ Um nun aber die Bewegung der Atome durch den leeren Raum zu erklären, blieb nur übrig, entweder eine welterfüllende Vernunft oder eine von Ewigkeit her bestehende Notwendigkeit als Endursache anzunehmen, wie dies ja auch in der Gegenwart die kinetische Theorie der Gase thut. Es liegt ja in der Natur der Schwere, dafs die gröfseren, also auch schwereren Atome eine raschere Bewegung und zwar nach unten annehmen, dafs die kleineren und folglich leichteren Atome verdrängt und nach oben getrieben, und dafs durch den Zusammenstofs der bei dieser Gelegenheit kollidierenden Atome Rotation und Seitenbewegungen bewirkt werden..

Zu diesen im allgemeinen noch jetzt geltenden Ansichten gelangte man im Altertum durch rein philosophische Spekulation. Heutzutage, wo uns das Experiment in ausgiebigster Weise zur Verfügung steht,

welches ja allein eine Ansicht auf ihre Richtigkeit prüfen kann, sind wir auch noch nicht viel weiter gekommen. Der Stoff an sich ist uns noch ebenso unbekannt, wie er es zur Zeit der Atomisten war. Deshalb meint Ostwald, der wissenschaftliche Materialismus unserer Zeit der sich die Substanz aus Atomen zusammengesetzt denkt und die Atome, sowie die zwischen ihnen wirkenden Kräfte für die letzten Realitäten hält, aus denen die einzelnen Erscheinungen bestehen, sei unhaltbar, die mechanische Weltanschauung, für die das „ignoramus“ Du Bois-Reymonds gilt, müsse der energetischen Platz machen. Die Sinneswerkzeuge reagieren ja bekanntlich nur auf Energieunterschiede zwischen ihnen und der Umgebung. In einer Welt, deren Temperatur überall die unseres Körpers wäre, würden wir in keiner Weise etwas von der Wärme erfahren können, ebenso wie wir keinerlei Empfindung von dem konstanten Atmosphärendruck haben, unter dem wir leben; erst wenn wir Räume anderen Drucks herstellen, gelangen wir zu seiner Kenntnis. Den Einwand, die Energie müsse doch einen Träger haben, glaubt Ostwald leicht widerlegen zu können. „Wenn alles,“ sagt er, „was wir von der Aussenwelt erfahren, nur deren Energieverhältnisse sind, welchen Grund haben wir dann, in eben dieser Aussenwelt etwas anzunehmen, wovon wir doch nie etwas erfahren können? Die Materie ist eben nichts als ein Gedankending, das wir in ziemlich unvollkommener Weise konstruiert haben, um das Dauernde im Wechsel der Erscheinungen darzustellen. Nur der Energie kann das Prädikat der Realität zugesprochen werden; denn sie allein vermag auf unsere Sinne einzuwirken. Die Materie aber ist nichts als eine räumlich zusammenhängende Gruppe verschiedener Energien, und alles, was wir von ihr aussagen, sagen wir *nur* von diesen Energien aus!“ Die Energetik sei mithin der einzige Weg, auf welchem die Forderung Kirchhofs, die sogenannte Naturerklärung durch die Beschreibung der Erscheinungen zu ersetzen, in richtigem Sinne erfüllt werden könne. Die Art und Menge der aus- und eintretenden Energie sei leicht zu bestimmen und zu messen; eine Verquickung wirklicher Thatsachen mit vagen Hypothesen werde dadurch vermieden. Ostwalds Ideal ist das Newtonsche Gravitationsgesetz. Es stimmt für die Bewegung der fernsten Himmelskörper ebensogut wie für den Fall des Apfels vom Baume, und obgleich wir auch jetzt noch nicht im entferntesten wissen, was Gravitation eigentlich ist, ist deren Maſs gleichwohl überall der Berechnung leicht zugänglich.

Dagegen sucht Boltzmann die Unentbehrlichkeit der Atomistik nachzuweisen. Er sagt unter anderem: „Während die Phänomenologie

schon für die Mechanik der Schwerpunktsbewegungen und der starren Körper, für die Elastizität und Hydrodynamik separate, unter sich wenig zusammenhängende Bilder braucht, ist die heutige Atomistik ein vollkommen zutreffendes Bild aller mechanischen Erscheinungen, und es ist bei der Abgeschlossenheit dieses Gebietes kaum zu erwarten, dafs auf demselben noch Erscheinungen entdeckt werden könnten, welche sich nicht in den Rahmen des Bildes fügen. Dieses umfafst ferner auch die Wärmeerscheinungen." Sämtliche Folgerungen aber der speziellen mechanischen Wärmetheorie, sie mochten den disparatesten Gebieten angehören, wurden durch die Erfahrung bestätigt, ja sie stimmten bis in ihre feinsten Nüancen merkwürdig mit dem Pulsschlag der Natur überein. Alle wesentlichen Thatsachen finden sich also in der Atomistik erklärt. Sie erweist sich namentlich auch zur Darstellung der krystallographischen Verhältnisse, der konstanten Proportionen der Masse bei chemischen Verbindungen, der chemischen Isomerien und der Beziehungen zwischen der Drehung der Polarisationsebene und der chemischen Konstitution äufserst nützlich.

Auf dem Boden der Atomistik steht auch Lord Kelvin; doch nimmt er im Gegensatz zu Demokrit zunächst ein den Weltenraum erfüllendes Medium, den Äther, an. An dessen Existenz ist wohl kaum mehr zu zweifeln; er allein ist das Band, welches die Welt im Innersten zusammenhält. Nur durch ein den Weltenraum erfüllendes widerstehendes Mittel kann das Licht geschwächt werden, dessen transversale Schwingungen, mögen sie auch nach Jaumann einen longitudinalen Anteil haben, zugleich für die Kontinuität des Äthers zeugen. Versuche mit der Leydener Flasche bewiesen, dafs der sogenannte leere Raum doch noch ein magnetisierbarer Stoff sein mufs; diamagnetische Körper scheinen sogar weniger magnetisch als der Äther zu sein, dessen dielektrische Erregbarkeit sicher konstatiert und von derjenigen der Luft nur wenig verschieden ist. Ein einziger Funke der Leydener Flasche genügt, um die Elektrizität eines Raumes von mindestens 120 000 cbm merklich zu stören. Ferner ist nachgewiesen worden, dafs die elektrischen Entladungen der Sonne sich durch den interplanetaren Raum fortzupflanzen vermögen und die erdmagnetischen Erscheinungen deutlich beeinflussen; denn grofse Sonnenflecken als Sitz enormer Elektrizitätsansammlungen veranlassen stets auch kräftige elektrische Entladungen in der irdischen Atmosphäre, deren Wirkungen in den magnetischen Störungen und Erdströmen hervortreten. So war es in ganz auffallender Weise am 28. August und 4. September 1879 in Deutschland. Selbst durch

Gegenschaltung von 100 galvanischen Elementen konnte der Erdstrom nicht kompensiert werden.

Wie könnte man sich ferner die Verschiebung der Spektrallinien im Gitterspektroskop ohne Annahme eines kontinuierlichen Äthers erklären? Ein solches nicht molekulares Medium mufs auch nach Professor Drude der Äther sein, in welchen die Körper und Körperteilchen eingebettet sind, und welcher die Zwischenräume aller Körper, auch der Metalle, durchdringt. Schon der Umstand, dafs die Atomgewichte der Elemente nicht Multipla des Atomgewichts vom Wasserstoff sind, scheint darauf hinzudeuten, dafs bei der Atomgewichtsbestimmung der intermolekulare Äther eine gewisse Rolle spielt. Dieses bestätigten auch Versuche von Landolt.*) Werden nämlich Silbersulphat und Ferrosulphat in genau abgewogenen Mengen — 0,001 mg lassen sich noch sicher bestimmen — in ein Gefäfs gebracht, das dann sofort hermetisch verschlossen wird, so tritt durch die Bildung von Silber und Ferrisulphat eine deutliche Gewichtsabnahme ein, die den wahrscheinlichen Wägungsfehler um das Sechs- bis Zwölffache übertrifft. Ähnlich ist es bei der Umsetzung von Jodsäure und Jodwasserstoff in Jod und Wasser. Demnach müfste auch der Äther ein wenngleich geringes Gewicht besitzen. Lord Kelvin hat dasselbe zu bestimmen gesucht und gefunden, dafs die Dichte des Äthers einen Dezimalbruch darstellt, der erst 21 Nullen hat, bevor die wirklichen Zahlen beginnen. Bestände unser Erdball aus Äther, so würde er nur 250 kg wiegen. Das Gewicht des Äthers wäre dann allerdings so gering, dafs wir kein Mittel besitzen, es bei chemischen Umsetzungen oder der Bestimmung der Atomgewichte nachzuweisen, obwohl Stas mit einer Genauigkeit dabei verfahren ist, welche selbst die Richtigkeit der 3. Dezimale verbürgt. — Ferner ist beim Kohlenstoff eine Änderung der Atomverkettung in den sogenannten aromatischen Verbindungen oder eine lückenhafte Aneinanderreihung oder Doppelbindung mit einer ganz auffallenden Änderung des spezifischen Gewichts verbunden, selbst wenn die gebildeten Körper aus Atomen ganz gleicher Zahl und Beschaffenheit bestehen. Hier tritt doch deutlich die Wirkung des intermolekularen Äthers hervor. Endlich bewirkt die Association der Moleküle stets eine Volumverkleinerung, welche mit Wärmeentwicklung verbunden ist, eine Wirkung des ausströmenden Äthers. Eine Folge eintretender

*) Auch Heydweiller gelang es, bei chemisch-physikalischen Umsetzungen Gewichtsveränderungen nachzuweisen, und zwar stets Gewichtsabnahmen, die übrigens nicht den reagierenden Massen proportional waren.

Kontraktion ist auch die elektrische Ladung der gelösten Jonen oder, besser gesagt, eine Verdichtung des intermolekularen Äthers, sofern er am Ausströmen verhindert ist. Raumenergie wird also in positive Elektrizität verwandelt, die ja nach Edlund verdichteter Äther wäre. Der freie Äther in der Umgebung der Moleküle mufs durch die Kontraktion der Molekulargruppen verdünnt werden. Das Ausgleichungsbestreben der entstehenden Druckdifferenzen erzeugt dann jene Kraftlinien, deren Erzitterung nach Hertz das Licht ist. Wenn wir den Äther durch die qualitative Analyse nicht nachweisen können, so liegt das einfach daran, dafs er eben nicht aus Atomen besteht, die als Jonen freie Beweglichkeit besitzen, um neue Körper zu bilden, also zu reagieren, oder deren Bindung und Aneinanderreihung zu Molekülen lösbar sind. Gleichwohl glaubte der Amerikaner Brush den Äther in einem in der Luft befindlichen Gase entdeckt zu haben, welches 10 000 mal weniger dicht als der Wasserstoff sei, der doch bisher für das leichteste Gas galt, und 1 440 000 mal weniger dicht als die uns umgebende Luft. Die kleinsten Teilchen dieses von Brush Ätherion genannten Gases bewegten sich mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von mehr als 180 km à Sekunde, also etwa 100mal schneller als der Wasserstoff, dessen Molekulargeschwindigkeit ja unter allen irdischen Elementen am gröfsten ist. Da nach Stoney schon bei einer Geschwindigkeit von etwa 11 km pro Sekunde für eine Temperatur von — 66° C., wie sie wahrscheinlich in den höchsten Schichten der Atmosphäre herrscht, die Anziehungskraft der Erde nicht mehr im stande ist, die Moleküle eines Gases festzuhalten, so erklärt sich das Vorkommen des Ätherions im irdischen Luftkreise nur dadurch, dafs der ganze Raum über unserer Atmosphäre, also wahrscheinlich auch der ganze Sonnenraum bis weit über die Neptunbahn hinaus, wenn nicht überhaupt das Weltall, damit angefüllt ist. Freilich darf hier nicht verschwiegen werden, dafs die Existenz des Ätherions von berufener Seite angezweifelt worden ist. Wie dem nun auch sei, ohne den Äther vermögen heutzutage weder Physik noch Astronomie auszukommen.

Lord Kelvin behauptet nun aber, die Atome der Materie seien nicht sowohl fremde Teilchen, die in den allgegenwärtigen Äther eingebettet sind, sondern Teilchen des Äthers selbst, die infolge ihrer Wirbelbewegung vom übrigen Äther differenziert und thatsächlich zu festen Körperchen geworden sind, ohne jedoch ihre Substanz zu ändern. Die Atome seien unzerstörbar und unerschaffen, nicht harte unnachgiebige Körnchen, sondern bestehend aus wirbelndem Ather,

nach Art etwa der Rauchringe, wie sie von Tabakrauchern geblasen werden. Selbst Oskar Meyer sagt hierzu anerkennend: „So fremdartig diese Vorstellung auf den ersten Blick erscheinen mag, so sehr wird jeder, der sich Mühe giebt, sich mit ihr vertraut zu machen, sie geeignet finden, sowohl den Thatsachen gerecht zu werden, als auch die philosophischen Bedenken zu vermeiden, welche mit Recht der Annahme der Atome entgegengestellt werden. Wir können uns eine den Raum kontinuierlich erfüllende Substanz wohl vorstellen und werden trotz dieser oder durch diese Vorstellung selbst zu der Annahme gezwungen, dafs aus der kontinuierlichen Masse sich kleine ringartig oder selbst fadenförmig gestaltete Teile aussondern, welche durch keine innerhalb der Welt wirkende Kräfte weiter geteilt werden können. Diese Wirbel sind dann die Atome der wägbaren Körper, und die zwischen ihnen unbewegt gebliebene Substanz der Äther. Leicht erklären sich nun die elastischen Schwingungen der Atome, ihre freie Beweglichkeit und die durch Zusammenstöfse entstehende Rotation.“ Das Zucken und Schrumpfen der Ätherwirbelringe zeigt die Art und Weise, wie wir uns die Schwingungen eines Atoms vorstellen können, die, wie E. Wiedemann bewiesen, nur verschwindend geringe Energie beanspruchen.

„Noch ist die Theorie Lord Kelvins nicht bewiesen,“ bemerkt endlich Lodge, „aber sie hat eine wunderbare Gröfse, und man könnte von ihr sagen, sie verdiene es, wahr zu sein“. Nach Kämpfer würde der Unterschied zwischen jenen Wirbelringen und dem Äther nicht gröfser sein als der zwischen Wasser und Eis, welch letzteres dann der wägbaren Substanz entspräche, während das Wasser dem Äther vergleichbar wäre. So wird es auch verständlich, wie die Substanz im Äther zu schwimmen vermag.

Leider ist es durch nichts beweisbar, dafs die Wirbelatome auch gravitieren müssen; die anziehenden und abstofsenden Kräfte, die von pulsierenden Kugeln und Ringen in einer Flüssigkeit ausgehen, und die von Bjerkness und Schiötz genauer geprüft worden sind, wirken keineswegs im Quadrat der Entfernung, wie die Gravitation es bekanntlich verlangt. Zudem vermögen wohl magnetische Kraftlinien Wirbelringe oder wenigstens geschlossene Kurven zu bilden, nicht aber die Elektrizität, die vielmehr zu büschelförmiger, zerstreuender Ausstrahlung neigt. Dies läfst sich durch folgenden Versuch leicht sichtbar machen: In eine Krystallisationsschale giefst man wasserfreies Terpentinöl, in das man ein wenig schwefelsaures Chinin gebracht hat. Nun führt man in das Gefäfs zwei, am besten in kleine

Metallkugeln endende Drähte ein, von denen der eine mit dem Konduktor der Elektrisiermaschine, der andere mit der Erde in Verbindung steht. Wird die Maschine in Thätigkeit gesetzt, so ordnen sich die Chininkrystalle in der Richtung der Kraftlinien an und bilden prächtige weifse Büschel. Sollten aber magnetische Kräfte allein die Wirbelringe zu bilden vermögen, so wäre, da die magnetische Kraft sich jederzeit in den elektrischen Strom umwandeln kann, die Unzerstörbarkeit der Wirbelatome so gut wie ausgeschlossen und der Aufbau der organischen Chemie, ein festgefügtes Gebäude, zu dessen Aufrichtung im wesentlichen nur Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor als Bausteine dienen, unmöglich. Es würden überhaupt, wie Lothar Meyer mit Recht bemerkt, in der Chemie alle konkreten Vorstellungen aufhören, wollte man die Atome als diskrete Massenteilchen fallen lassen. Mit der Unteilbarkeit derselben kann man sich noch am leichtesten abfinden. Heifst ja doch teilen, streng genommen, weiter nichts, als anziehende Kräfte überwinden, welche die Teile der Materie zu einem Ganzen zusammenhalten. Es kann daher durchaus nicht befremden, wenn wir bei fortgesetzter Teilung zuletzt auf Körperchen stofsen, die sich nicht mehr zerlegen lassen, insofern keine anziehenden Kräfte mehr zu überwinden sind. Diese Teilchen, gleichviel durch welche Art von Teilung sie gewonnen werden und wie grofs sie sein mögen, nennen wir Atome, die nach dem Undurchdringlichkeitsgesetz der Materie und wegen ihrer einfachen Natur als absolut starre Körper zu betrachten sind.

Die Existenz solcher, freilich winzig, aber keineswegs unendlich kleiner Atome ist nun aber nicht, wie Dreher meint, durch blofse Schlüsse aufgedeckt, sondern ihr Vorhandensein kann durch das Experiment für erwiesen gelten.

Das unmittelbarste Urteil über die Kleinheit der Atome, aber auch für ihre Existenz gewähren Versuche über die Grenze, bis zu welcher die Teilbarkeit der Materie noch nachweisbar ist.

So sind Farbstoffe in hundertmillionenfacher und selbst noch stärkerer Verdünnung immerhin deutlich zu erkennen, woraus man schliefsen darf, dafs die kleinste wägbare Quantität sich in mehrere hundertmillionen Teile trennen läfst. Annaheim hat auf anderem Wege berechnet, dafs ein Atom Wasserstoff weniger als 0,05 Milliontel mg wiegen mufs. Der 3 millionte Teil eines mg Natronsalz reicht nach Kirchhoff und Bunsen aus, um die Flamme eines Bunsen-Brenners

deutlich gelb zu färben. Faraday hat Goldhäutchen hergestellt, deren Dicke 100mal geringer als die Länge der Lichtwelle war; da diese Häutchen aus mindestens einer Schicht von Atomen bestehen mufsten, so ist die Dicke eines Goldatoms kleiner als 5 Milliontel Millimeter. Die Gastheorie ergiebt für die Dicke einer Goldmolekel 2 Milliontel Millimeter, was nicht weit davon abweicht. Auch hat man versucht, die Frage nach der Atomgröfse durch die Ausdehnung der Wirkungssphäre der Molekularkräfte bei Flüssigkeiten oder die Entfernung zu bestimmen, bis zu welcher die Kapillarkräfte noch eine merkliche Wirkung äufsern. Man mafs zu dem Zwecke die Wand einer glycerinhaltigen Seifenblase, dünne Flüssigkeitsüberzüge auf festen Körpern, wie Wasserbeschlag auf Glas, oder dünne Schichten auf Wasser.

So ergab es sich, dafs die Dicke eines Körperatoms oder eines Molekül des untersuchten Stoffes nicht kleiner als ein Milliontel Millimeter, aber stets gröfser als der 10. Teil eines solchen sein mufs. Drude fand nämlich, dafs eine aus Plateauscher Seifenlösung gebildete Seifenblasenwand, wenn sie so dünn geworden war, dafs sie nicht mehr in Regenbogenfarben glänzte, sondern schwarze Stellen zeigte, an diesen Stellen etwa 17 Milliontel Millimeter dick war. Denken wir uns nun das Molekül der Seifenlösung als Mittelpunkt einer Kugel, die den Wirkungsbereich der Molekularkraft repräsentiert, so würde der Radius oder die Wirkungsweite 8,5 Milliontel Millimeter sein. Nach anderen Versuchen aber wurde der Radius zwischen 1 und 7 Milliontel Millimeter lang gefunden, für Wasser beispielsweise zu 3. Müller-Erzbach fand diese Molekularkräfte der Wirkung eines Magnetpoles ganz analog. Jedenfalls aber läfst sich schliefsen, dafs in der dünnsten Flüssigkeitsschicht immer noch 2 Reihen Moleküle übereinanderliegen müssen. Die Zerreifsung einer solchen Schicht mufs erfolgen, sobald die Moleküle durch noch weitere Ausdehnung derselben aus dem Bereiche ihrer Wirkungssphäre gebracht werden. Solange nun noch 2 Schichten vorhanden sind, werden die durch Ausdehnung entstandenen Lücken sofort von darunter liegenden Molekülen ausgefüllt werden, so dafs eine Zerreifsung nicht erfolgen kann; ebenso lange werden auch die Wände einer Seifenblase irisieren. Die weiterhin entstehenden schwarzen Stellen zeigen an, dafs kein Licht mehr reflektiert wird, indem die Lücken nicht mehr durch darunter befindliche Moleküle verschlossen werden. Die Seifenblase mufs dann zerplatzen. Da unter dem Mikroskop noch etwa der 4000. Teil eines Millimeters erkennbar ist, so müfste die Vergröfserung um

mindestens das 250fache gesteigert werden, um ein körperliches Molekül sichtbar zu machen, was derzeit unmöglich ist.

Die Zahl der Moleküle, welche bei einer Mitteltemperatur von etwa 20° C. und dem Druck einer Atmosphäre 1 ccm jeder gasförmigen, der Regel Avogadros gehorchenden Substanz enthält, beträgt etwa 21 Trillionen. Da nun 1 ccm Wasserstoff unter den gegebenen Umständen 0,0835 mg wiegt, so ergiebt sich das Gewicht eines Molekül Wasserstoff als ein Dezimalbruch vom Milligramm, bei dem erst nach 20 Nullen eine 4 kommt, oder mit anderen Worten: eine Quadrillion Wasserstoffmolekülen wiegt etwa 4 g, wonach sich das Molekulargewicht jeder beliebigen anderen Substanz ebenfalls leicht nach absolutem Gewicht berechnen läfst.

Volumen und Gewicht der chemischen Atome — denn bisher war nur von physikalischen oder Molekülen die Rede — läfst sich aus letzterem nun freilich nicht so ohne weiteres berechnen. Dazu müfste man zunächst genau wissen, aus wie viel Atomen das Molekül eines Elements besteht. Da ferner die Atome im Molekül sich unmöglich berühren können, weil sie sonst ihre Aktionsfähigkeit für immer einbüfsten, was nie der Fall ist, müfste man auch das Zwischenvolum genau kennen, was nicht möglich ist.

Das Zwischenvolumen nicht innerhalb, sondern nur zwischen den Molekülen haben Mewes und E. Dühring aus der Zunahme des Leitungswiderstandes bei Temperaturerhöhung und dem linearen Ausdehnungskoeffizienten zu berechnen gesucht und gefunden, dafs es bei Platin am kleinsten ist, woraus sich dessen schwere Schmelzbarkeit erklärt, bei Quecksilber aber 7 mal gröfser, nämlich $^1/_{20}$ des Molekularvolumens beträgt. Über die inneren Zwischenräume wissen wir jedoch bis jetzt so gut wie nichts. Aus wie viel Atomen dagegen ein Molekül besteht, läfst sich annähernd genau berechnen. Ein Molekül Salzsäure kann z. B. nicht etwa 50 oder gar 100 einfache Atome enthalten. Wären in demselben 50 Atome Wasserstoff mit 50 Atomen Chlor vereinigt, so möchte es leicht geschehen, dafs auch einmal einige Atome an dieser Zahl fehlten, ohne dafs das Gleichgewicht des ganzen Systems dadurch aufgehoben würde. Das Fehlen eines einzigen Chloratoms würde aber das Gewichtsverhältnis der beiden Bestandteile von 1 : 35,37 auf 1 : 34,69 herabdrücken, eine Änderung, die weit aufserhalb der Fehlergrenzen unserer stöchiometrischen Bestimmung liegen würde. Stas hat aber die Atomgewichte mit so aufserordentlicher Genauigkeit berechnet, dafs selbst Veränderungen von nur $^1/_{100000}$ des Wertes von dieser Gröfse der Beobachtung nicht hätten

entgehen können. Da sie nicht beobachtet wurden, so dürfen wir vorläufig schliefsen, dafs das Verhältnis H : Cl wahrscheinlich absolut konstant sei. Diese Konstanz könnte nicht vorhanden sein, wenn die Anzahl der zusammentretenden Atome eine grofse wäre. Wir können also annehmen, dafs die Zahl der zu einem Molekül vereinigten Atome nicht sehr grofs, die Masse des Atoms also im Verhältnis zur Masse des Molekül nicht verschwindend klein sei. Nun haben die Versuche von Kundt und Warburg es im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht, dafs das Molekulargewicht des Quecksilbers wirklich gleich dem Atomgewicht ist, dafs also für Quecksilber das Atomgewicht nur ein einziges Massenteilchen bildet. Wir können daher mit Recht die Anzahl der in einem Molekül enthaltenen Atome so annehmen, wie sie sich nach Avogadros Regel ergiebt. Das Atom ist also nicht nur ein Produkt philosophischer Spekulation wie bei Empedokles. Damit hört indes das Atom nicht auf, ein rätselhaftes Wesen zu sein, welches dem Naturforscher die schwierigsten Probleme stellt.

Eine Frage, die man schon seit Jahren vergeblich zu beantworten versucht hat, ist zunächst die, ob die Atome wirklich einfache Körperchen seien, oder ob sie nicht etwa, wie Hertz vermutete, aus verschiedenen Mengen eines Urstoffs zusammengesetzt sind, mag dies nun der Wasserstoff, das halb so schwere hypothetische Protyl oder gar der Äther sein. In letzterem Falle müfste natürlich, wie Keller es annimmt, der Äther selbst wieder aus Atomen bestehen, während doch die Transversalschwingungen des Lichtes für seine Kontinuität zeugen. Auf die zusammengesetzte Natur der Elemente scheinen schon die vielen Linien zu deuten, die manche derselben im Spektrum zeigen, namentlich das Eisen, dessen Spektrum nach Lockyer mehr als 2000 enthalten soll. Auch das Auftreten von Linien in verschiedenen Banden des Spektrums bei ein und demselben Element spricht für die Zusammengesetztheit der Atome aus ungleichartigen Bestandteilen; man müfste denn gerade mit Dreher annehmen, dafs dies eine Folge der verschiedenartigen Gruppierung der physikalischen Moleküle sei. Die auffallendsten Beispiele solcher Association liefern die Metalle der sogenannten seltenen Erden und das Uranpecherz, aus welch letzterem man neuerdings die in eigenem Lichte strahlenden Elemente Polonium und Radium abgesondert hat. Man findet die Metalle jener Erden hauptsächlich im Gadolinit und Samarskit. Fraktionierte Fällung lieferte nur unsichere Resultate. In der Geifslerschen Röhre zum Glühen gebracht, zeigte sich ihr Spektrum äufserst kompliziert, auch änderte es seine Eigentümlichkeit

in rätselhafter Weise, je nach der Art des verwendeten Minerals. Mittelst des Phosphoroskops gelang es nun, das Gadolinium in drei Elemente zu spalten, nämlich Yttrium, Erbium und Ytterbium, die zusammen genau das zuerst wahrgenommene komplizierte Spektrum bildeten. Wird nämlich eine der seltenen Erden dem molekularen Bombardement in einer Vakuumröhre ausgesetzt, die bis zu 1 Milliontel Atmosphäre luftleer gemacht worden ist, so leuchtet sie in phosphorischem Lichte; die Dauer des Leuchtens der drei genannten Elemente ist indes verschieden, so dafs man ihr Spektrum einzeln prüfen kann. Nicht mit Unrecht betrachtet Crookes, dem wir diese wichtigen Untersuchungen verdanken, Ansammlung von Mineralien, wie Gadolinit, Samarksit und Uranpecherz, als eine Art kosmischer Rumpelkammer, wo Elemente in einem Zustande gehemmter Entwicklung enthalten sind.

Ferner hat Victor Meyer die Dämpfe der flüchtigen chemischen Elemente sehr hohen Hitzgraden ausgesetzt und gefunden, dafs Jod bei 1400° sich in 2 Atome spaltet. In ähnlicher Weise verhielten sich Chlor und Brom. Doch das Atom zu zerlegen, gelang ihm nicht. Ob vielleicht in völlig gasdichten Graphitgefäfsen, die eine Temperatur von 3600° vertragen, wie sie das elektrische Bogenlicht hervorbringt, günstigere Resultate erzielt werden? Zu solchen Versuchen müfste man dann schon einatomige Elemente, wie das Quecksilber, wählen.

Besser gelang es, vollkommen neue, in der Natur selbst nicht vorkommende Elemente darzustellen. Ein solches ist z. B. das Ammonium. Nach Cohen vermag es nämlich bei 0° C. aus Cadmiumsulfat wie ein Alkalimetall das Cadmium auszufällen. Schwermetallen ähneln Sulfonium, Arsonium und Phosphonium. Das aufser Jod noch Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltende Jodonium zeigt mit dem Thallium völlig übereinstimmende Eigenschaften.

So wird es wie dieses durch Schwefelammonium in dicken, grofsflockigen Niederschlägen gefällt, welche täuschend das Aussehen frisch gefällter Sulfide der Schwermetalle darbieten. So erscheint das Thallium, wenn es wirklich mit dem Jodonium identisch ist, als zusammengesetztes Metall. Wer weifs, ob nicht Silber und Gold früher oder später auch einmal wie das Thallium aufgebaut werden können, wodurch die Träume der Alchemisten in Erfüllung gehen würden. Vielleicht sind gar alle unsere Elemente das Resultat successiver Polymerisierung während des Abkühlungsprozesses der Erde. Die Secchischen und Vogelschen Spektralklassen der Sterne scheinen

diese Ansicht zu unterstützen. Sterne, deren Glut 10 000° C. übersteigt, enthalten im Spektrum nur wenig Linien, die zumeist dem Wasserstoff und den Leichtmetallen angehören, wogegen die Sonnensterne, deren Temperatur nur über 5000° C. ist, in ihrem Spektrum die Linien von über 40 irdischen Elementen enthalten, darunter namentlich von Eisen und anderen schwer schmelzbaren Metallen. In den Nebelflecken aber, die höchst wahrscheinlich bei sehr niederer Temperatur nur phosphorisch leuchten, vermochte das Spektroskop erst $^1/_2$ Dutzend Elemente aufzufinden, deren Hälfte noch dazu auf Erden nicht vorkommt. Eine Hauptrolle müssen jedenfalls im Werdegang der Sterne Wasserstoff, Kohlenstoff und Eisen spielen.

Ein zweites Problem der Atomistik sind die in und an den Atomen wirkenden Kräfte.

Nach der kinetischen Theorie der Gase besitzen die Moleküle aller Elemente eine ihrem Atomgewicht entsprechende Geschwindigkeit. Beträgt nun die des Wasserstoffmoleküls 1838 m pro Sek., so findet man die Geschwindigkeit aller übrigen Elemente, soweit sie sich verflüchtigen lassen, indem man diese 1838 durch die Quadratwurzel aus dem Atomgewicht dividiert ($\frac{1838}{\sqrt{16}} = 459{,}5$ statt 461). Durch chemische Verbindungen wird stets die Geschwindigkeit verringert, sobald eine Verdichtung damit verbunden ist. Nach Oskar Meyer hat man sich die Molekularbewegung als tumultuarisch im Zickzack hin- und hergehend und auf engen Raum eingeschränkt zu denken; denn der Fall, dafs eine Molekel der uns umgebenden Atmosphäre den Weg von 400 m wirklich ungestört zurücklegte, kann kaum jemals eintreten, wenn man bedenkt, dafs selbst in einem Raum, in welchem die Luft bis auf 50 Milliontel Atmosphäre verdünnt ist, immer noch 100 Billionen Moleküle enthalten sind. Durch Zuführung von Wärme werden die Molekularbewegungen beschleunigt und die Weite der Schwingungen, überhaupt die Länge der Bahnen vergröfsert. Läfst man indes ein komprimiertes Gas in einen luftleeren Raum diffundieren, so macht sich zugleich eine schwache Anziehung unter den Molekeln bemerklich. Wir haben es also zunächst mit zwei Molekularkräften, einer abstofsenden und einer anziehenden, zu thun. Letztere ist das, was man Gravitation im Sinne Newtons zu nennen pflegt. Für die Existenz beider Kräfte auch im Weltenraume spricht das Verhalten der Kometen, deren Schweif stets von der Sonne abgewendet ist, als ob dieselbe eine abstofsende Wirkung auf diese Gestirne ausübte. Zwischen der abstofsenden Kraft und dem Molekulargewicht

hat nun Bredichin eine Beziehung nachgewiesen, der Art, dafs eine um so gröfsere Wärme zugeführt werden mufs, um die Bewegung der Molekeln zu beschleunigen, je gröfser das Molekulargewicht ist. Alle Versuche, die man bis jetzt gemacht hat, Newtons Attraktionshypothese durch Annahme von Stofs und Druck zu verdrängen, führten zu noch weniger zusagenden Voraussetzungen und leisteten für die Erklärung der in Frage kommenden Probleme so gut wie nichts. Dazu kommt, dafs die Richtigkeit des Wirkungsgesetzes der Schwerkraft jederzeit der experimentellen Prüfung zugänglich ist. So hat v. Sterneck mit seinem äufserst empfindlichen Pendelapparat erst neuerdings die Beobachtung gemacht, dafs die irdische Schwere im Herbste abnimmt bis zu einem Minimum im Januar und dann wieder bis zu einem Maximum im Juli wächst, also ganz so, wie es die Theorie verlangt. Die Verminderung der Schwere war an jenem Geobarymeter genannten Apparat schon deutlich zu erkennen, wenn er auch nur 1 m höher aufgestellt wurde. So gab ferner das Geobarymeter Pfaffs in München bei 18 Bestimmungen des Unterschiedes der irdischen Anziehungskraft um Mittag und Mitternacht von Neumondstagen durchschnittlich einen Ausschlag von 19 Teilstrichen der Skala, entsprechend einer Schwerezunahme um Mitternacht von 0,18 mg für 1 kg, also von 0,0000055 statt 0,000006, wie die Berechnung ergiebt. Die Stofstheorie würde zwar zu einem ganz ähnlichen Resultate führen; sie verlangt indes einen Äther, der aus Atomen besteht, die mit der $1^1/_2$fachen Geschwindigkeit des Lichts von allen Seiten auf die Erde herabregnen. Um den Forderungen der Optik zu genügen, möchte man dann noch einen zweiten kontinuierlichen Äther annehmen, was, wie Browne mit Recht bemerkt, nur zu noch gröfseren Komplikationen führen würde. Zudem braucht die Stofstheorie, auch diejenige Isenkrahes und Andersohns, die Elastizität der Atome des Äthers, welche denselben als unteilbaren, undurchdringlichen Körperchen unbedingt abgesprochen werden mufs. Freilich ist auch die Fernwirkung der Attraktion ohne ein ätherisches Medium nicht gut denkbar; denn wie kann eine Kraft da wirken, wo sie gar nicht ist? Der Haupteinwand aber gegen jene Hypothese ist, dafs sie den anderen Molekularkräften gegenüber ganz ratlos ist. So hat sie nicht die geringste Beziehung zur chemischen Affinität und zur Valenz. Nimmt die Wirkung der ersteren in der 5. oder gar 6. Potenz der Entfernung ab, so ist die Valenz eine periodische Funktion des Atomgewichts, während die Schwere unveränderlich und, wie Tyndall hervorhebt, im Vergleich zu jenen Kräften verschwindend

gering ist. Cohen hat die Affinitätskraft zu berechnen gesucht und gefunden, dafs das Kupfersulfat sein Krystallwasser mit einer Kraft von 1300 Atmosphären festzuhalten sucht, während eine 10 m dicke Wasserschicht erst den Druck einer einzigen Atmosphäre auszuüben vermag. Cailletet hat ferner gezeigt, dafs die Einwirkung starker chemischer Agentien, wie die der Schwefelsäure auf Zink, erst durch einen Druck von 80 Atmosphären aufgehoben werden kann. In einen besonders konstruierten Stahlcylinder brachte Pfaff Wasser, Salzsäure und einen kleinen Kalkspatkrystall. Nachdem die Öffnung des Cylinders hermetisch verschlossen war, hörte bei einem Druck von 55 bis 66 Atmosphären die Auflösung des Kalkspats gänzlich auf. Also vermag nur sehr starker Druck die chemische Verwandtschaft zu paralysieren. In diesen beiden Fällen war die Entstehung einer neuen Verbindung mit Volumvermehrung verbunden. Dagegen verbindet sich Kupfer mit Schwefel unter Volumabnahme. Um nun die Atome beider Stoffe in solche Nähe zu bringen, dafs die chemische Affinität zu wirken beginnt, ist ein Druck von 5000 Atmosphären erforderlich; erst dann entsteht krystallisiertes Kupfersulfid. Mit einer Zusammenschmelzung dagegen kommt man mühelos ans Ziel. Die ausdehnende Kraft der Wärme scheint das Eindringen der Schwefelatome in das Intermolekularvolumen des Kupfers erst zu ermöglichen; daher die Regel: corpora non agunt nisi soluta.

Wie der Druck, so kann auch bedeutende Temperaturerniedrigung die Affinitätskräfte lähmen oder wenigstens bedeutend schwächen. Bringt man beispielsweise metallisches Natrium in Salzsäure, so erfolgt unter Feuererscheinung die Bildung von Kochsalz, kühlt man aber beide Körper mit Hilfe fester Kohlensäure auf 70—80° ab, so bleibt die Reaktion aus oder verlangsamt sich wenigstens. Diese Verlangsamung scheint mit der starken Erhöhung des elektrischen Leitungswiderstandes und mit der bedeutenden Vermehrung der inneren Reibung der abgekühlten Substanzen zusammenzuhängen. Jedenfalls ist schon bei Temperaturen unter —100° die Bewegungsfreiheit der kleinsten Teilchen eines Körpers stark herabgesetzt, und in diesem Sinne gewinnt die Vorstellung von dem Tode der Materie beim absoluten Nullpunkt (—273°) eine gewisse Berechtigung.

Nach allem steht soviel fest, dafs die Affinitätskräfte mit der Gravitation nicht identisch sein können, zumal sie nur in sehr geringer Entfernung noch wirksam sind. Die Entfernung, in welcher molekulare Kräfte wirken, hat Müller-Erzbach schon seit vielen Jahren zu ermitteln gesucht. Er fand als unterste Grenze 0,0025 mm. So ver-

band sich Eisenoxyd mit Schwefelkohlenstoff erst, wenn die Dicke einer diese Körper trennenden Glycerinschicht auf 0,09 mm herabgesunken war.

Ueber die Natur des Valenzbegriffs wissen wir erst recht nichts. Ohne Annahme einer räumlichen Ausdehnung der Atome ist derselbe überhaupt nicht denkbar. So entstand die sogenannte Stereochemie, die aus der Lagerung der verschieden gestellten Elementaratome im Raume nicht nur die Isomerien zu erklären vermag, sondern auch durch ihre Strukturbilder befähigt ist, ganz neue chemische Stoffe zusammenzusetzen, die in der Natur gar nicht vorkommen, wie die Teerfarbstoffe, oder in den pflanzlichen und tierischen Organen gebildete Körper wie Salicyl, Harnstoff, Vanillin und Indigocarmin aus ihren Bestandteilen aufzubauen. Die chemische Dynamik aber ist mit entschiedenem Erfolge bemüht, die bei den chemischen Umsetzungen sich äufsernden Kräfte der Wirkungsstärke und Schnelligkeit nach zu messen und ihre Umwandlung in Wärme und Elektrizität schrittweise zu verfolgen. Die moderne Theorie der Lösungen zeigt, dafs das Medium bei chemischen Reaktionen eine grofse Rolle spielt, indem veränderter Druck und vermehrte oder verminderte innere Reibung hemmend oder fördernd auf die Reaktionen einwirken kann, wobei die sogenannte Kontakt- und Massenwirkung auch mit ins Spiel kommt.

Da sämtliche Eigenschaften der Atome periodische Funktionen der Atomgewichte sind, so hat Mendelejeff ein periodisches System der Elemente aufzustellen vermocht, welches ihm manche Triumphe brachte. So fand er, dafs das Atomgewicht des Indiums, damit es ins System passe, nicht 76,5, sondern 113,4 sein müsse. Auf experimentellem Wege wurde denn auch bald darauf diese Vermutung von Bunsen bestätigt. Lücken suchte er durch fingierte Elemente auszufüllen, deren Eigenschaften er schon im voraus bestimmte. Seine anfangs belächelte Voraussagung wurde überraschend schnell durch die Entdeckung der Elemente Gallium, Scandium und Germanium bewährt, die in jeder Hinsicht mit den von Mendelejeff vorausgesagten und genau beschriebenen Metallen übereinstimmten.

Und doch ist das System, zu dessen Veranschaulichung Baumhauer die Spirale vorschlägt, noch lange kein Naturgesetz; denn es fehlt nicht an Elementen, die nicht hineinpassen. Ein solches ist vor allem der Wasserstoff, auch die unlängst in der Luft entdeckten Gase Argon (40), Helium (4), Neon, Metargon, Krypton und Xenon sind nirgends unterzubringen, ebensowenig Tellur, welches nach seinem

Atomgewicht 127,6 hinter Jod zu stehen käme. Ferner wird der Thatsache nicht Rechnung getragen, dafs eine grofse Anzahl von Elementen gegen andere eine wechselnde Wertigkeit zu äufsern vermag und so verschiedene Verbindungsreihen liefert, die mit analog zusammengesetzten anderen Reihen von Elementen aus anderen Perioden des Systems viel gröfsere Ähnlichkeit haben, als unter sich. Solche Elemente müfsten demnach zugleich verschiedenen Perioden einzuordnen sein. So gehört Cu nach den Eigenschaften seines Oxyds in die Gruppe des In, Hg nach den Eigenschaften des Oxyduls zu Cu und Ag. Bei Pb kommt seine Ähnlichkeit mit den alkalischen Erden bei Cr und bei Fe die Analogie ihrer Oxydverbindungen mit denjenigen des Al nicht zur Geltung, während sich beide nach ihren Oxydulsalzen den Metallen der Magnesium-Reihe an die Seite stellen. Die Ähnlichkeit der Salze des Mn und Cl beschränkt sich auf die Analogie und Isomorphie von $KClO_4$ und $KMnO_4$. Doch hat das Mendelejeffsche System immerhin einige Ordnung in das Chaos der Elemente gebracht, deren nach ihm im ganzen 100 denkbar sind.

Noch erübrigt das Problem des Ursprungs aller Kräfte. Hier sind wir bis jetzt über Hypothesen noch nicht hinausgekommen. Dieselben sind für den Fortschritt der Naturwissenschaften unentbehrlich, wie grofs auch gegenwärtig die Abneigung gegen sie ist. Oft ergeben sie, wenn sie von der Fülle der Thatsachen ausgehen, neue Gesichtspunkte, die als Leuchten auf dem Weg zur Wahrheit dienen können, zum mindesten aber liefern sie indirekte Beweise, die den Bereich der Möglichkeiten immer mehr begrenzen und einschränken, so dafs dann die Spekulation leichteres Spiel hat; endlich geben sie nicht selten wichtige Fingerzeige für das Experiment. Mit Recht bemerkt Dreher: „Ein ursächliches Verständnis von dem Zusammenhange der Erscheinungen ist ohne Hypothesen nicht denkbar."

Hält man nun, um die Erklärung der Naturerscheinungen zu vereinfachen, mit Secchi und Häckel an der Einheit der Kraft fest, so müssen sich alle in der anorganischen Welt wirkenden Kräfte aus einer Urkraft ableiten lassen. Das kann keine andere als die Gravitation sein, freilich nicht im Sinne Newtons; denn nichts berechtigt dazu, von einer Anziehung zu sprechen, die im Innern des qualitätlosen Stoffs ihren Sitz haben soll, und von deren Wirkungsweise wir uns weder Bild noch Gleichnis machen können. Die Gravitation kann nur als Druckzustand des kontinuierlichen, inkompressiblen Äthers aufgefafst werden, der weder fest, noch flüssig, noch luftförmig ist, weil er eben nicht aus Atomen besteht. Von dem

Druckzustande aber, der in einer komprimierten Flüssigkeit herrscht, und von der Wirkungsweise der Kräfte, die auf darin schwebende Körper einwirken, können wir uns recht gut eine Vorstellung machen, zumal uns hier das Experiment zu Gebote steht.

Denken wir uns, dafs von irgend einer Zeit an auf den den Weltenraum erfüllenden Äther ein von aufsen her kommender Druck eingewirkt habe, so mufste derselbe raumverringernd wirken; denn der in einem 30 cm hohen Cylinder befindliche Spiritus, dessen Oberfläche 7 □cm mifst, wird zum Beispiel durch den Druck einer Atmosphäre um 2 Tropfen zusammengeprefst. Nun hat man sich zwar den Äther inkompressibel vorzustellen, aber verdichtungsfähig ist und bleibt er; denn nach **Fresnel** mufs man, um gewisse Erscheinungen zu erklären, geradezu annehmen, dafs der Äther im Innern der Materie verdichtet sei; im Glase ist die Ätherdichtigkeit beispielsweise $2^1/_4$ mal so grofs als die im freien Raum.

So ist es denn auch möglich, dafs die Folge des Druckes die Entstehung von materiellen Verdichtungspunkten im Äther war, die darin schwebten und sich bewegten, und zwar zunächst mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit. Auch dies läfst sich experimentell prüfen. Bringt man in ein Gefäfs mit Spiritus Öltropfen von demselben spezifischen Gewicht, so werden sie darin bewegungslos schweben. Bringt man nun aber das Glasgefäfs unter den Recipienten einer Luftpumpe und verringert durch Luftentleerung den Druck, oder vermehrt man den Druck durch Erzeugung beträchtlicher Kältegrade, so wird man, wie auch **Töpler** bestätigte, wahrnehmen, dafs die Öltropfen oder besser Ölkugeln in Bewegung geraten, wenn sie grofs genug sind, da sie nicht mehr den Raum finden, den sie für sich beanspruchen müssen. Solche Versuche lassen sich auch mit Teerkugeln in Glycerin und Chloroform in Mandelöl wiederholen. Immer das gleiche Ergebnis: die Schnelligkeit der Bewegung hängt ab von der Kompressibilitätskonstante der schwebenden Kugel und deren Gröfse, mufs also verschieden sein, teils nach oben, teils nach unten gerichtet. Da wir uns nun aber die materiellen Verdichtungspunkte im Äther als unteilbar und gleichartig denken müssen, so mufste auch ihre Bewegungsgeschwindigkeit zunächst dieselbe sein, wenn wir nicht gerade annehmen wollen, dafs die Stelle im Raume, wo sie schwebten, eine Rolle spielte, was gar nicht unwahrscheinlich ist.

Zusammenstofsende Atome mufsten wegen der Elastizität der zwischen ihnen befindlichen Ätherschicht auseinanderprallen, seitlich sich streifende aber wegen Verdrängung der Ätherschicht zusammen-

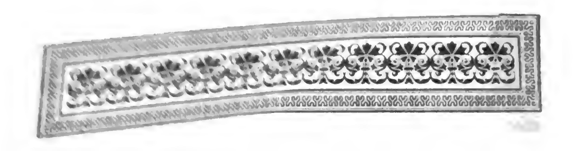
haften. Drücke ich z. B. einen Thaler in senkrechter Richtung an die Stubenthür, so fällt er herunter, sobald ich ihn loslasse; dagegen bleibt er an der Stubenthür haften, so bald ich ihn in schneller seitlicher Bewegung an die Thür drücke; denn nur so vermag ich die elastische Luftschicht zwischen Thaler und Thür zu entfernen. In ähnlicher Weise mögen aus den Atomen des Äthers die Atome der chemischen Elemente entstanden sein, denen wir verschiedene Gestalten und Gröfse zuschreiben müssen. Nur so erklärt es sich, dafs der Ätherdruck ihnen verschiedenartige Geschwindigkeit zu erteilen vermag. Diese steht, wie die kinetische Theorie der Gase lehrt, zu dem Atomgewicht in bestimmter Beziehung, indem wie schon eingangs erwähnt, die Molekulargeschwindigkeit des Wasserstoffs blofs durch die Quadratwurzel aus dem Atomgewicht des Sauerstoffs dividiert zu werden braucht, um dessen molekulare Geschwindigkeit zu erhalten. Die Atome der Elemente müssen aber auch verschiedene Gestalt besitzen, damit man die Valenzen sich anschaulich machen kann. Diese Angriffs- oder Druckpunkte chemischer Kräfte kann man sich nur an der Oberfläche der Atome denken. So behauptet Prof. Zehnder, dafs der Halbkugelform eines Atoms Einwertigkeit entspreche, einer flachen Scheibe Zweiwertigkeit, ein dreiseitiges Prisma sei drei- oder fünfwertig, ein vierseitiges Prisma vier- oder sechswertig, der Würfel gleichfalls sechswertig. Das Kohlenstoffatom würde am besten ein Tetraeder bilden, auf dessen 4 Seiten beim Grubengase die Wasserstoffatome angelagert sind. Zahlreiche, bisher unverstandene Isomerien wurden auf Grund dieser Betrachtungsweise erklärt und nun als stereochemisch aufgefafst. Die Ursache der optischen Inaktivität ward in der Anwesenheit eines asymetrischen Kohlenstoffatoms gefunden. Ferner erkannte van t'Hoff, dafs 2 Atome, die durch eine Valenz gebunden sind, frei rotieren, da sie zusammen eine Kugel bilden, dafs aber die Rotation sofort aufhört, sobald doppelte Bindung eintritt. Das letztere ist eine unmittelbare Folge der tetraedrischen Vorstellungsweise.

Indes verlangt die Bildung eines Benzolringes, dafs sich alle zu einem Molekül vereinigten Atome in einer Ebene befinden. Diese Bewegungsebene mufs aber veränderlich gedacht werden; sie ändert nach Oskar Meyer sicherlich bei jedem Zusammenstofs mit einem anderen Molekül ihre Lage. Nach Grahams Erfahrung darf man auch solche Moleküle, welche aus einem 4 wertigen Kohlenstoffatom und 4 einwertigen Atomen zusammengesetzt sind, als ebene oder mindestens flache Gebilde ansehen. Diffusionsversuche von Winkler

und Reibungsbeobachtungen von Puluj sprechen durchaus für die flache Beschaffenheit des Benzolringes.

Der Querschnitt dieser flachen Molekulargebilde ist natürlich mit der Temperatur stark veränderlich. Das kleinste Volumen, auf welches sie verdichtet werden können, wird im flüssigen Zustande nahezu erreicht. Ein plattes Molekül mit nahezu in einer Ebene nebeneinander gelagerten Atomen wird, wenn es bei seiner durch die Wärme veranlafsten Bewegung sich dreht, natürlich mehr Raum beanspruchen, als es ein kugelförmiges Molekül mit enger zusammengedrängten Atomen thun würde. Demnach können die Atome je nach ihrer Stellung in dem Molekül eine verschiedenartige Raumerfüllung besitzen. Auch das stimmt mit der Erfahrung überein. So hat z. B. der Sauerstoff bald das Volumen 7,8, bald 12,2, das Stickstoffatom aber soll im Ammoniak und in analogen Verbindungen ein anderes Volumen besitzen als in den Cyan-Verbindungen und wieder ein anderes in den Nitro-Verbindungen. Nach Lothar Meyer endlich haben Stickstoff und Wasserstoff im gasförmigen Zustande ein anderes Atomvolumen als im flüssigen, ein Beweis, dafs wir es hier gar nicht mit den wirklichen Dimensionen der Atome und Moleküle zu thun haben, sondern nur mit dem kleinsten Raum, den diese Körperchen unter gegebenen Umständen mindestens für sich beanspruchen. Dieser Raum kann in der That mit den Verhältnissen wechseln. Wir haben also ein Recht, uns die Atome als flache Gebilde und die Valenzen auf ihren Flächen liegend zu denken. Die Flächenanlagerung geschieht unter der Wirkung des Ätherdrucks und ist blofs bei stabilem Gleichgewicht möglich. Durch die Gestalt der Atome allein werden also die Valenzen bedingt, wodurch es sich auch erklärt, dafs die Affinität selbst, d. h. der Ätherdruck, keinen erheblichen orientierenden Einflufs ausüben kann.

Am Schlufse seines Vortrags über Ergebnisse und Ziele stereochemischer Forschung kommt Victor Meyer zu dem Resultat, dafs wir zwar von dem Ziele einer allgemeinen Stereochemie der Elemente noch durch eine unübersehbare Strecke getrennt sind, dafs wir aber mit den Atomen nicht mehr wie mit materiellen Punkten zu rechnen brauchen, sondern dafs wir nunmehr auch ihre Dimensionen in Betracht ziehen und über ihre relativen Gröfsenverhältnisse schon jetzt, wenn auch nur im bescheidenen Mafse, eine Vorstellung gewinnen können.



Der neue Stern im Perseus.

Von Prof. F. K. Ginzel in Berlin.

Der helle Stern, welcher im Februar plötzlich im Sternbilde des Perseus erschien, hat eine Reihe merkwürdiger Erscheinungen gezeigt, welche zum Teil wesentlich verschieden von denjenigen gewesen sind, welche das Auftreten der bisher erschienenen „neuen" Sterne begleitet haben. Nachdem die Beobachtungen des Sternes, welche bis Anfang Juni reichen, einen Überblick über die Hauptphasen der Erscheinungen gestatten, glauben wir nunmehr unseren Lesern ein Resumé (vorbehaltlich von etwaigen späteren Nachträgen) geben zu sollen.

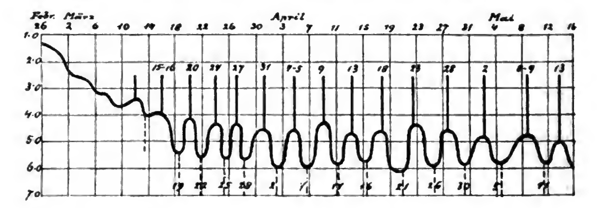
Der Stern tauchte am 21. Februar etwa 7 Grad nordöstlich von dem bekannten Veränderlichen Algol im Perseus auf. Der durch die Entdeckung verschiedener temporärer Sterne bekannte Anderson in Edinburg meldete an diesem Tage die plötzliche Gegenwart eines sehr hellen Sternes im Perseus an. Am nächsten Tage wurde der Stern bereits von einer Reihe Astronomen und Privatpersonen in Deutschland, Frankreich und England bemerkt (Schwab, Grimmler, Flicker, Pissaroff, Villiger, Matthiefsen u. a.). Der Stern mufs ganz plötzlich aufgestrahlt sein, denn 28 Stunden vor der Entdeckung hatte Stanley Williams in Hove (Sussex) die Sterngegend photographisch aufgenommen, aber die Photographien zeigen keine Spur der Nova, obwohl auf den Platten alle an der Stelle des Himmels befindlichen Sterne bis zur 12. Gröfse herab sichtbar sind. An den Tagen vorher, 19. und 20. Februar, hatten Plafsmann, Hartwig und Pickering dieselbe Himmelsgegend observiert und nichts Auffallendes bemerkt. Auch auf 4 im Februar an verschiedenen Tagen am Harvard College Observatory aufgenommenen Photographien zeigt sich nichts Verdächtiges, der Stern müfste denn damals schwächer als 11. Gröfse gewesen sein.

Die Helligkeit der Nova wetteiferte in den ersten Tagen nach dem Auftauchen mit dem Glanze der Sterne erster Gröfse unseres-

nördlichen Sternhimmels. Für den 22. Februar wird die Helligkeit etwas gröfser als bei der nicht weit von der Nova stehenden Capella, sowie gröfser als bei Aldebaran im Stier und Pollux in den Zwillingen (durchaus Sterne erster Gröfse) angegeben. Verglichen mit den in früheren Zeiten erschienenen neuen Sternen, übertraf die Nova alle diese an Glanz, den berühmten Tychonischen Stern von 1572 ausgenommen; denn der neue Stern in der Krone (1866) war bei seinem Erscheinen nur 2.—3. Gröfse, die Nova im Schwan (1876) 3.—4. Gr., die Nova im Andromedanebel (1885) 6. Gr., der neue Stern im Fuhrmann (1892) 5. Gr., jener in der Norma (1893) 7. Gröfse; auch die Nova von 1848 war nur 4., die von 1860 nur 7. Gröfse. Am ehesten in Beziehung auf Helligkeit läfst sich der neue Stern im Perseus mit dem Keplerschen von 1604 vergleichen, welchem er an Glanz wahrscheinlich am nächsten kam, vielleicht anfangs übertraf.

Die meisten der genannten neuen Sterne erschienen plötzlich, d. h. sie brauchten, um auf ihr Lichtmaximum zu kommen, nur ganz kurze Zeit. Eine Ausnahme davon hat bisher die Nova von 1892 gezeigt, bei welcher sich das Maximum erst innerhalb mehrerer Wochen entwickelte. Diese Haupteigenschaft der neuen Sterne, also das katastrophenartige Hervorbrechen des Lichtes, hat somit der Stern im Perseus mit den früheren gemeinsam. Der Anstieg seiner Lichtkurve von einer für uns unsichtbaren Gröfsenklasse bis zur ersten Klasse (der hellsten des Himmels) mufs sich innerhalb von 24 Stunden vollzogen haben. Dagegen brachte der neue Stern im Vergleich zu den anderen bisher beobachteten temporären Sternen bald nach seinem Auftreten verschiedene, bisher noch nicht gesehene Eigentümlichkeiten. Die sofort nach dem Erscheinen des Sternes vorgenommene Untersuchung seines Spektrums deutete anfangs auf nahe Verwandtschaft mit der Nova im Andromedanebel von 1885 hin, denn wie bei diesem Sterne war das Spektrum ohne eine Spur von hellen oder dunklen Linien. Aber am 26. Februar, 5 Tage nach dem Auftauchen des Sternes, war das Spektrum ganz verändert und hatte sich in ein kontinuierliches mit hellen Linien und breiten Absorptionslinien verwandelt; das letztere bestand unverändert weiter, auch bei der abnehmenden Helligkeit des Sternes. Bei den meisten der bisher beobachteten neuen Sterne war das Verhalten des Spektrums ein umgekehrtes; es zeigten sich gleich bei dem Erscheinen derselben kontinuierliche, reich mit hellen und dunklen Linien durchsetzte Spektra, welche im weiteren Verlaufe der Erscheinung sich veränderten und schliefslich

öfters in fast linienlose Spektra übergingen. Aber der neue Stern im Perseus bot auch in seinem Lichtwechsel selbst ein ganz wesentlich anderes Verhalten dar, als die temporären Sterne der früheren Zeit gezeigt haben. Die Nova von 1876, die von 1885 und 1893 nahmen gleichmäfsig und langsam ab, nur der Stern von 1866 in der Krone und der im Fuhrmann (1892) zeigten eine rasch sinkende Lichtkurve, doch war diese bei dem ersteren Sterne ganz stetig, und nur bei dem Sterne im Fuhrmann bemerkte man ein geringes Hin- und Herschwanken der Lichtstärke. Beim neuen Stern im Perseus dagegen konnte man die Entwickelung dreier von einander verschiedener Perioden in der Lichtkurve beobachten. Zuerst nahm die Lichtstärke gleichmäfsig und ziemlich schnell ab; der Stern sank Anfang März bis zur 2. Gröfse, und nach verschiedenen leichten Schwankungen war



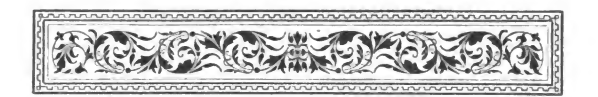
am 14. März die Lichtkurve bei der 4. Gröfsenklasse angelangt (s. Fig.). Die Schwankungen überschritten bis dahin nicht eine halbe Gröfsenklasse. Nach dem 16. März erfolgte aber ein plötzlicher Absturz um mehr als eine ganze Gröfsenklasse, und das Licht begann, etwa vom 19. oder 20. März fast um eine Gröfsenklasse auf und ab zu schwanken. Wie auf obenstehender Karte, welche die hauptsächlichsten Beobachtungen vereinigt, ersichtlich ist, trat jetzt der Stern in eine zweite Periode, welche durch einen ganz regelmäfsigen Lichtwechsel ausgezeichnet ist. Man bemerkt aus der Karte, dafs das Licht wesentlich langsamer als früher abnahm und in Intervallen, die etwas gröfser als 4 Tage waren, regelmäfsige, pendelartige Auf- und Abschwingungen ausführte. Die nach aufwärts gerichteten stärkeren Striche in der Karte deuten an, an welchen Tagen die Maxima des Lichtes eintraten, die nach abwärts gerichteten punktierten bezeichnen die Tage der Minima. Man sieht, dafs gegen Ende April hin das Minimum bei der 6. Gröfse, das Maximum bei der Gröfse $4^1/_2$ angelangt war. Noch vor Anfang Mai trat der Stern in seine dritte Ent-

wickelungsphase. Waren bis dahin, die letzte Hälfte des April abgerechnet, die Schwankungen regelmäfsig erfolgt, so stellte sich jetzt eine entschiedene Unregelmäfsigkeit in der weiteren Lichtabnahme und zugleich eine Erweiterung der Schwingungsdauer auf 5 Tage und darüber ein. Die Gröfse der Schwankung wurde geringer, und der Stern hielt sich gegen Ende Mai hin in der 6. Gröfse, um welche er auf und ab pendelte. Mit den periodischen Lichtschwankungen hielten Farbenveränderungen des Sternes gleichen Schritt, die schon mit Anfang März auffällig hervortraten. Im allgemeinen erschien der Stern zur Zeit der Maxima weifsgelb bis gelb, dagegen bei den Minima rötlich bis intensiv rot. Auch trat bei den Maxima das kontinuierliche Spektrum schärfer hervor als bei den Minima.

Erklärungen über die Natur des Sterns im Perseus können vorderhand nur unter Reserve abgegeben werden, da die haltbare Grundlage dazu erst durch das Zusammenfassen des gesamten Beobachtungsmaterials geschaffen werden mufs. Aber man kann jetzt schon sagen, dafs eine völlig befriedigende Erklärung der Erscheinungen, namentlich aber jene der Entstehung der plötzlichen regelmäfsigen und allmählich ins Unregelmäfsige übergehenden Schwingungen des Lichtes den Astrophysikern nicht ganz leicht fallen wird. Die Umkehrung des Spektrums ist nach den Ausführungen, die Vogel gegeben hat, nicht so schwierig erklärbar wie früher. Man erinnert sich der verschiedenen Erklärungsversuche bei den früheren temporären Sternen: Eruptionen glühender Gase wurden (wie bei den Sternen von 1866 und 1876) vorausgesetzt, das Eindringen eines dunklen Gestirns in ein Sternsystem oder auch das Zusammentreffen einer kosmischen Nebelmasse mit einem Sterne (wie beim Sterne im Fuhrmann 1892) und dgl. angenommen. Nach den Studien, die inzwischen an Gas- und Dampfspektren gemacht worden sind, hat sich herausgestellt, dafs bei solchen Spektren, wenn sie unter verschieden hohem Drucke zum Leuchten gebracht werden, starke Verschiebungen der Spektrallinien und Bildungen von Doppelspektren, die übereinander liegen, eintreten können. Diese Experimente würden einen Fingerzeig für die Erklärung der beobachteten Verwandlung des Spektrums beim Sterne im Perseus enthalten. Man kann sich vorstellen, dafs ein in fortschreitender Abkühlung befindlicher Stern aus seinen Massen eine Atmosphäre um sich herum erzeugt, welche das Licht so stark absorbiert, dafs der Stern von der Erde aus nur als der schwachen Gröfsenklasse angehörend gesehen werden kann. Das Auftreten

gewisser Gasarten ist erst möglich, wenn eine bestimmte Temperatur erreicht wird. Sinkt also die Sterntemperatur so weit herab, dafs Wasserstoff und Sauerstoff, die beiden Hauptgase der Sternatmosphäre sich bilden können, so wird deren Vereinigung unter heftigen Phasen von Licht- und Wärmeentwickelung erfolgen. Hierdurch wird uns der Stern sichtbar als „neuer" Stern. Solche Bildungen werden zahlreich und intermittierend besonders dann erfolgen, wenn der Hauptmoment der Dampfentwickelung vorüber ist und die übrigen chemischen Stoffe mit ins Spiel treten. Nach dem heftigsten Aufflammen wird der Stern für uns an Licht rasch abnehmen und in immer länger werdenden Intervallen auf und abschwanken. Schollen- und Krustenbildungen werden mit Gasdurchbrüchen auf dem Sterne noch eine Zeit lang abwechseln, bis der Stern einer gewissen Ruhezeit entgegengeführt ist. Dafs bei diesen Umwälzungen die Dämpfe unter fortwährend wechselndem Drucke stehen, ist erklärlich. Bei zunehmendem Drucke erscheinen uns aber im Sternspektrum die hellen Linien und die Absorptionslinien verbreitert; beide Linienarten sind übereinander geschoben, oder es scheinen zwei verschiedene Spektren nebeneinander gelagert zu sein, eine Erscheinung, die vom 26. Februar ab denn auch das Spektrum des Perseus-Sterns gezeigt hat.





Die Eisenbahn in Deutsch-Südwest-Afrika.

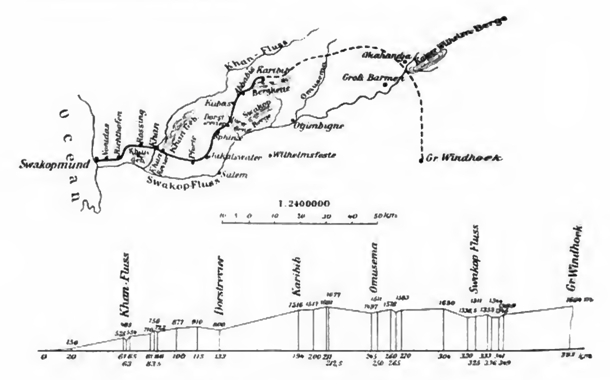
Von Kürchhoff in Berlin.

In Deutsch-Südwest-Afrika ist am 1. Juli 1900 der Eisenbahnbetrieb bis Karibib, etwa halbwegs bis zum Hauptort der Kolonie Windhoek, eröffnet worden.

Deutsch-Südwest-Afrika ist diejenige unserer Kolonien, welche die meisten Aussichten bietet, ein Land für europäische Kolonisation zu werden. Da aber weder der Oranje noch der Kuene schiffbar, noch sonst zu Verkehrswegen geeignete Flüsse vorhanden sind, so beruht der Verkehr nach dem Inneren und damit die Entwicklung des südwestafrikanischen Schutzgebietes ausschliefslich in der Anlage von Strafsen, Eisenbahnen, Telegraphen u. s. w. Bisher erfolgte die Beförderung von Personen und Gütern gewöhnlich mit Ochsenwagen. Diese Art des Transportes stiefs aber, besonders in dem etwa 200 km breiten, sich 20—30 m über den Meeresspiegel erhebenden Küstenstrich, der ohne jedes Grün und ohne jede Unterbrechung, teils aus Sandwüste (Namib), teils aus ödem und zerrissenem Gebirgsland bestehend, das entwicklungsfähige Innere von der Küste trennt, auf fabelhafte Schwierigkeiten und Mühsale, die sich noch erheblich steigerten, als im Jahre 1897 eine grofse Rinderseuche ausbrach, welche den Wohlstand der Eingeborenen fast vernichtete. Zu dieser Zeit war es, selbst nachdem von seiten der Regierung für die schnelle Ankunft der Ochsenwagen in Windhoek Prämien ausgesetzt worden waren, fast unmöglich, die in Swakopmund liegenden Waren nach dem Hauptort des Inneren zu schaffen, trotzdem sie dort aufserordentlich nötig gebraucht wurden.

Die Gefahr, in welche das Land durch diesen Zustand versetzt worden war, und die das Gedeihen der ganzen Kolonie in Frage stellte, brachte die Kolonialverwaltung zu dem Entschlufs, ungesäumt zu dem Bau einer Eisenbahn von der Küste nach dem Inneren zu schreiten.

Zunächst war beabsichtigt, die Eisenbahn bis Jakalswater, 98 km von der Küste entfernt, herzustellen, um so die Namib, die gras- und wasserlose und daher für die Zugochsen gefährlichste und anstrengendste Küstenstrecke zu überschreiten. Da man jedoch bald zu der Überzeugung kam, dafs nur durch die Eisenbahn die landwirtschaftlichen Unternehmungen wirksam gefördert und die Mineralschätze des Landes erschlossen werden können, wurde ein Weiterbau der Linie bis Windhoek bestimmt, wodurch die Bahn eine Länge von 380,9 km erhielt.



Die Eisenbahn beginnt in Swakopmund. Dieser Ort wurde gewählt, trotzdem er erst zu einem guten Hafen ausgebaut werden mufste, da er für die Hauptverbindung nach dem Inneren am besten liegt, da der Weg dorthin von Europa am kürzesten ist, da daselbst reichlich Wasser vorhanden ist, und da endlich die Umgebung von Swakopmund fast ganz frei von Sandstellen ist, während z. B. die englische Walfischbai durch hohe Sanddünen eingeschlossen wird, die fortgesetzte Arbeiten zum Freihalten der dortigen englischen Bahnstrecke nötig machen.

Hinsichtlich der Spurweite entschied man sich, besonders mit Rücksicht auf die Erfahrungen, welche die anderen Kolonialstaaten mit ähnlichen Arbeiten gemacht hatten, für eine solche von 60 cm, und erklärte der seiner Zeit die Bahn besichtigende Oberstleutnant Gerding diese Spurweite als die für die Verhältnisse in Südafrika

besonders geeignete, und zwar, abgesehen von der Notwendigkeit, im Bau rasch vorwärts schreiten zu können, aus folgenden Gründen: Erstens hat die Bahn bei der geringen Bevölkerungszahl und den weiten, für jede Kultur unzugänglichen Strecken, welche zu durchqueren sind, vorläufig nur auf geringen Verkehr zu rechnen. Ein teures Verkehrsmittel würde sich deshalb niemals rentieren, vielmehr mufste so billig als möglich gebaut werden, um mit möglichst wenig Geld möglichst weite Strecken erschliefsen zu können. Deshalb zunächst war eine möglichst schmale Spurweite angebracht, um die Beschaffungs-, Bau- und Betriebskosten nach Möglichkeit zu vermindern, und würden erstere sich bei jeder gröfseren Spurweite erheblich bedeutender gestellt haben, da in letzerem Teil starke Steigungen und Krümmungen ohne ganz bedeutende Brückenbauten nicht zu vermeiden gewesen wären und der überall zu Tage stehende Granit jeden Bodenausgleich aufserordentlich langwierig und kostspielig gemacht hätte. Ferner sprach noch für die schmale Spurweite die Möglichkeit, dafs der Anschlufs an die aufserordentlich schwer zu erreichenden Minengebiete wesentlich einfacher und billiger sich gestalten wird, und weiter, dafs der gerade für die schmale Spurweite so wichtige feste und durchlässige Untergrund überall vorhanden ist. Bisher haben sich aus der Annahme der 60 cm-Spurweite noch keine Nachteile bemerkbar gemacht.

Kunstbauten beabsichtigte man aus Sparsamkeitsrücksichten nur in den allerdringendsten Fällen anzuwenden. Ganz liefsen sich aber solche nicht vermeiden, und mufste man bei der Anlage von Brücken auf die besonderen Wasserverhältnisse insofern Rücksicht nehmen, als die für gewöhnlich vollkommen trocken liegenden und gänzlich ungefährlich aussehenden Flüsse während der Regenzeit nach meist wolkenbruchartigen Niederschlägen im Innern mit gewaltiger, alles vor sich niederreifsender Flutwelle zu Thal gehen. Da diese Wasser selten oder nie das Meer erreichen, sondern in dem trockenen Flufsbett versiegen, so ist es möglich, die in der Nähe des Meeres gelegenen Teile der Flufsthäler zu ebener Erde zu überschreiten, während man in den weiter landeinwärts gelegenen Teilen entsprechend starke Brückenkonstruktionen anwenden mufs.

Verwendung finden zumeist Brücken mit freiliegenden Eisenkonstruktionen auf hölzernen oder gemauerten Pfeilern, oder Brücken mit gegen 4—6 m betragender Spannweite mit hölzernen oder eisernen Trägern auf Pfahljochen oder Strompfeilern.

Nachdem zunächst der Bahnhof von Swakopmund abgesteckt

worden war, setzte sich am 2. Oktober 1899 das Tracierungskommando in der Stärke von 2 Offizieren, 2 Unteroffizieren, 2 Reitern, 4 weifsen und 12 schwarzen Arbeitern, 10 Pferden, 40 Ochsen und 8 Eseln mit dem nötigen Treiberpersonal nach dem Innern in Bewegung.

Die Linie verläuft über Nonidas (10 km), Richthofen (20), Rössing (40), durch den Khanflufs (54—57), Jakalswater (96), dann in nördlicher Richtung durch das Dorstrevier (130), Karibib nördlich von Otjimbigue. Bei 250 km schneidet dann die Bahn die Strafse Otjimbigue—Okonbaha, bei Kaunhuseru (278 km) werden zahlreiche Reviere mit vielem Wasser durchschritten. Bei 303 km erreicht die Bahn Okahandja, bei Osona geht sie über den Swakop, der hier 400 m breit ist. Es folgen dann die Reviere Okazuka und Brackwater, bis bei 380,9 km Windhoek erreicht wird. Der Bahnhof liegt auf dem Höhenzuge westlich des Ortes.

Anfangs war zwischen Dorstrevier und Okahandja eine südlichere Trace über Okongawa gewählt worden, man entschlofs sich jedoch, noch nördlicher über Karibib auszubiegen, da hierdurch ein Gelände erreicht wurde, das gegen die frühere südliche Strecke weit geringere Schwierigkeiten aufweist, denn nur westlich von Okahandja bietet die Überschreitung des Kamikoto nennenswerte Schwierigkeiten, deren Überwindung durch eine künstliche Entwicklung indessen in einem Nebenrevier mit günstig gestalteten Abhängen erleichtert wird; ferner wird auf der nördlichen Strecke die Wassergewinnung mehr begünstigt, die Bahn kommt den in jenen Gegenden befindlichen Lagerstellen von Marmor und Kupfer näher, und endlich verdient diese Strecke auch für eine bessere wirtschaftliche Erschliefsung des Nordgebietes den Vorzug, denn sie liegt dem regen Verkehr des nördlichen Damaralandes sehr bequem und eine Anschlufsbahn nach Norden ist leicht anzulegen. In Karibib kreuzen sich die Wege von Omaruru, Okahandja und Usabis, und sämtliche Frachten nach dem Norden gehen über diesen Punkt. Das jetzt sehr wichtige Otjimbigue selbst kann in beiden Fällen nicht berührt werden, da ein benutzbarer Zugang durch die Berge fehlt und der Ort trotz des Vorhandenseins zahlreicher Ansiedler doch nicht die Bedeutung hat, dafs sich die Kosten, die die Herstellung eines Zuganges verlangen würde, lohnen würden; auch ist die Entfernung zwischen Otjimbigue und Karibib eine so kurze, dafs sie mit Ochsenwagen jederzeit leicht überwunden werden kann. Das zu durchschneidende Gelände kann in Rücksicht auf den Bahnbau in drei Teile eingeteilt werden. Der erste Abschnitt reicht von der Küste bis Jakalswater, umfafst die „Namib“,

eine Sand- und Steinwüste ohne nennenswerte Vegetation, die sich bis zu den Geisab-Bergen erstreckt und in ihrer ganzen Breite durchschritten werden mufste. Die Höhe des Landstrichs steigt ziemlich gleichmäfsig nach dem Innern in Durchschnittssteigungen von 1:200 und 1:150 an, sodafs sehr bald beträchtliche Meereshöhen von über 1500 m erreicht werden. Die Ostgrenze der Wüste schwankt zwischen 4—500 m Höhe. Der Boden ist fest und hart und das Land macht den Eindruck einer wirklichen, nach Westen langsam steigenden Ebene, welche nur von isolierten und meist rundlichen Kuppen überragt wird.

Das Gelände bot also dem Bau in diesem Abschnitt mit einer einzigen Ausnahme in keiner Weise Schwierigkeiten. Bis zum 24. Kilometer folgt die Bahn dem Lauf des Swakop, geht dann auf die Ebene selbst hinauf und verläuft in gerader Richtung bis Jakalswater. Auf der ganzen Strecke bot nur die Überschreitung des in einem cañonartigen, von Höhenzügen und Uferfelsen begleiteten Bette fliefsenden Khanflusses erhebliche Schwierigkeiten. Das Khanrevier ist ein 200 m tief eingeschnittenes, von dem wildzerklüfteten Granitgelände des Khangebirges eingefafstes Flufsthal, zu welchem erst nach langem Suchen ein einigermafsen benutzbarer Zugang gefunden wurde. Um die grofse Kosten verursachenden Kunstbauten zu vermeiden, wurde diese Einsenkung dadurch überwunden, dafs man an geeigneter Stelle mit starkem Durchschnittsgefälle in Windungen in das Thal hinabging, die Bahn selbst im Bett, da die Enge des Einschnittes nur geringe künstliche Entwicklung gestattete, 3 km aufwärts führte, um an eine schmale Schlucht zu gelangen, in welcher man, ebenfalls wieder in mehrfachen Windungen mit einer Steigung von 1:20 auf 4 km, auf die Ebene hinaufgehen konnte. Zwar gehört der Khan zu denjenigen Flüssen, welche jedes Jahr Wasser führen, und es wurde daher bei dem Kostenanschlag gleich berücksichtigt, dafs der Oberbau der Bahn im Flufsbett jedes Jahr fortgerissen werden würde und wieder ersetzt werden mufs; aber diese Ausgaben stellen sich noch immer geringer, als solche für Brücken.

Bei km 80 war ein scharf ansteigender Gebirgspafs zu überwinden.

Da die ganze Gegend bis Karibib fast unbewohnt ist, aus diesem Grunde also ein allzugrofser Zwischenverkehr nicht zu erwarten steht, wurden Zwischenstationen nur ungefähr alle 20 km angelegt, die hauptsächlich den Kreuzungen der Züge dienen.

Der Bau in diesem ersten Abschnitte war bis Anfang 1899 be-

endet, und konnte der Betrieb bis Jakalswater am 1. April 1899 aufgenommen werden.

Der zweite Abschnitt reicht bis Karibib und bot dem Bau mehr Schwierigkeiten, da der Weg nun durch hügeliges und bergiges Gelände führt, das sehr bald beträchtliche Höhen von über 1500 m erreicht, so dafs die Bahn teilweise den Charakter einer Gebirgsbahn annahm. Diese Schwierigkeiten der Steigungsverhältnisse werden noch durch die Überwindung zahlreicher tief eingeschnittener Thäler, einzelner stark aufsteigender Höhenzüge und teilweise durcheinander geworfenen zerklüfteten Gebirgsgeländes erhöht. Selbstverständlich mufste man unter diesen Verhältnissen auch an die Herstellung von Kunstbauten denken. Bei km 133, bei Überschreitung des tief eingeschnittenen Dorstreviers wurde ein 270 m langer und an der tiefsten Stelle 3,67 m tiefer Einschnitt in harten Kalkfels eingesprengt, und bei km 135 war der Bau einer 20 m langen Brücke nötig. Von km 140 bis 147,2 sind zwanzig gröfsere und kleinere Durchlässe bezw. Brücken hergestellt worden, auch waren zahlreiche Einschnitte und Dämme erforderlich.

Der dritte, in Karibib beginnende Abschnitt führt zwar durch etwas ebeneres Gelände, macht aber, besonders zwischen Karibib und Okahandja, ausgedehnte Brückenbauten notwendig, so besonders über den tief eingeschnittenen, von einem wildzerklüfteten Gebirgsgelände umgebenen Kamukoto und über den Swakop. Über ersteren führen zwei Eisenkonstruktionen von je 20 m Spannung als eigentliche Strombrücken und zusammen 200 m lange Anschlufsbrücken, über letzteren eine 280 m lange Brücke, von welcher 100 m als eiserne Strombrücke in 5 Spannungen à 20 m und 180 m als hölzerne Anschlufsbrücken hergestellt werden.

Der Betrieb wurde, wie schon gesagt, am 1. Juli 1900 bis Karibib (km 198) eröffnet, und verkehren täglich in jeder Richtung zwei Züge. Der Verkehr wird auf der ganzen Strecke durch kleine Zwillingslokomotiven, wie solche bei der deutschen Eisenbahnbrigade in Gebrauch sind, aufrecht erhalten. In der ersten Zeit mufsten die Passagiere bis Jakalswater auf den Gepäckstücken sitzen, jedoch hat sich dieses bald durch Einstellung bequemer und luftiger Personenwagen I. und II. Klasse geändert; aufserdem wurden neben den offenen geschlossene Güterwagen eingeführt. Für den Streckendienst ist ein Benzinmotor von drei Pferdestärken eingestellt worden, der sich gut bewährt. Die Kohlen werden von einem Kohlenlager der deutschen Kolonialgesellschaft in Swakopmund bezogen.

Die Fahrtgeschwindigkeit beträgt 15 km. Die Eisenbahn legt die zuerst eröffnete Strecke bis km 98 (Jakalswater) in zehn Stunden zurück. Der Verkehrsfortschritt geht daraus hervor, dafs man früher hierzu etwa 8 Tage gebrauchte.

Der Betrieb hat auf der bisher fertig gestellten Strecke tadellos funktioniert, wenn auch zeitweise, besonders im Anfang infolge anhaltender Trockenheit und wenig günstiger Wasserverhältnisse, der Verkehr etwas beeinträchtigt worden war. Einige Male war es auch nötig, eine kurze Unterbrechung im Betrieb deshalb eintreten zu lassen, weil Kohlenmangel sich fühlbar machte, eine Gefahr, die jetzt nach Anhäufung gröfserer Mengen Feuerungsmaterial nicht mehr droht.

Der Tarif für den Personenverkehr ist, wie folgt, festgesetzt für den Kilometer: Einfache Fahrt I. Klasse 10 Pf., II. Klasse 5 Pf., Eingeborene II. Klasse 4 Pf., Hin- und Rückfahrt I. Klasse 15 Pf., II. Klasse 9 Pf. Auf jede Karte giebt es 25 kg Freigepäck, das Überschiefsende wird zu dem gewöhnlichen Gütertarifsatz von 4 Pf. für 1 km und 100 kg berechnet. Demnach wird später die Fahrkarte bis Windhoek betragen: Einfache Fahrt I. Klasse 38,90 Mk., II. Klasse 22,90 Mk., Eingeborene II. Klasse 15,30 Mk., Hin- und Rückfahrt: I. Klasse 58,40 Mk., II. Klasse 34,40 Mk. Der Tarif für den Güterverkehr setzt den Frachtsatz für die Beförderung von Stückgut auf 4 Pf. für 100 kg und 1 km fest. Aufserdem sind noch zwei Ausnahme-Tarife vorhanden, jedoch würde es zu weit führen, auf diese näher einzugehen. Unter dem obigen Frachtsatze stellt sich die Fracht für 1 Ztr. der gewöhnlichen Stückgutklasse für die gesamte Strecke Swakopmund—Windhoek auf 7,70 Mk., während die unter Stückgut-Ausnahme-Tarife fallenden Waren nur 3,90 Mk. zu zahlen hätten. Zieht man nun in Betracht, dafs der Durchschnittssatz für die Beförderung eines Zentners mittelst Frachtwagen 20 Mk. von Swakopmund nach Windhoek und umgekehrt betragen hat, so ergiebt sich nach Fertigstellung der Bahn und bei Anwendung des höchsten Tarifs eine Ersparnis von 12,30 Mk. auf den Zentner. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Verbilligung der Güterbeförderung liegt auf der Hand.

Die gröfste Aufmerksamkeit mufste naturgemäfs von Anfang an der Wasserversorgung zugewandt werden, da diese namentlich auf dem ersten Teil der Strecke die Hauptschwierigkeit bildete; jedoch sind, da der Boden im allgemeinen nicht so arm an Wasser ist, als man angenommen hatte, die mit der Anlage von Wasserstellen ge-

machten Versuche bisher in überraschender Weise geglückt, so dafs sich die Wasserverhältnisse an der Bahn günstiger gestaltet haben, als man ursprünglich erwartete, und hat sich von neuem die von allen Kennern des Landes stets ausgesprochene Vermutung, dafs die Kolonie keineswegs wasserarm sei, bestätigt. Die Hauptsache ist nur die, dafs man beim Brunnenbau vor Tiefen von 20—40 m nicht zurückschreckt.

Als günstig kann bezeichnet werden, dafs die Trace bis km 24 dem Lauf des Swakop folgt, so dafs hier noch eine Wasserstelle angelegt werden und dadurch die wasserlose Strecke bis zum Khanflufs abgekürzt werden kann. In dem Thal des letzteren wurde in einer Tiefe von 15 m Wasser erbohrt, dasselbe schmeckte zwar stark salzhaltig, war aber verwendbar und wurde beim Weiterbohren besser, auch schon bei weiterer Entnahme gröfserer Mengen fiel der Salzgehalt von $2^1/_2$% auf $^1/_2$%. Bei Jakalswater mufste nach der 8 km entfernten Quelle von Modderfontein ein Gleis, welches lediglich der Wasserversorgung diente, gelegt werden, aber auch diese letztere gab nur so wenig Wasser, dafs alles der Eisenbahn vorbehalten bleiben mufste. Neuerdings haben auch die Bohrungen mit drei Brunnen bei Jakalswater Erfolg gehabt, so dafs man hofft, das Anschlufsgleis zurückbauen zu können. In Hasis km 147 ist reichlich Wasser vorhanden, das zwei Brunnen liefern, und ist die Aufstellung eines Windmotors am zweiten Brunnen nötig gewesen, leider liegen jedoch beide Wasserstellen 800 m von der Trace ab, so dafs das Legen einer Wasserleitung nötig war. Bei der Uliber Pforte ist ebenfalls ein Brunnen erbohrt, der einen Wasserstand von 16 cbm aufweist. Derselbe liegt 3 km von der Trace ab und wird ebenfalls durch ein besonderes Gleis mit der Bahn verbunden. Bei km 180, wo der Wasserzuflufs ein besonders reichlicher ist, ist ein Stauwerk mit einer Wasserleitung nach der dortigen Haltestelle angelegt worden. In Karibib ist ebenfalls Wasser erbohrt. Die Zahl der Wasserstellen ist mit Aufzählung dieser wichtigsten und ergiebigsten noch nicht erschöpft; infolge des Salzgehalts machte sich bei einzelnen die Benutzung von Kondensatoren nötig.

Die Leitung des gesamten Bahnbaues liegt in Händen von Offizieren der Eisenbahn-Brigade. Unteroffiziere derselben Truppe und weifse Arbeiter sind als Vorarbeiter, Eingeborene als Arbeiter beschäftigt.

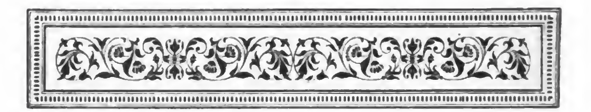
Die wirtschaftlichen Vorteile sind in erster Linie: Sicherstellung und Verbilligung des Frachtverkehrs, sowie Beschleunigung

des Post- und Personenverkehrs. Auch wird jetzt erst die Rentabilität gewisser Erwerbszweige festgestellt werden können, so z. B. der Wollschafzucht, die bisher durch die Frachtsätze zur Küste kaum rentabel gewesen wäre, und ebenso läfst sich von der Rindviehzucht Günstiges erhoffen, denn diese hatte infolge des Verbrauchs von frischen und starken Transporttieren besonders gelitten. Dafs die Bahn die unumgängliche Voraussetzung für die Entwicklung des Landes ist, liegt somit klar zu Tage. Wenn im Lande selbst Stimmung gegen die alsbaldige Weiterführung laut wurde, so mufs bedacht werden, dafs dieser Widerspruch wesentlich von Frachtfahrern herrührte, die sich durch die Eisenbahn unmittelbar in ihrem Erwerb bedroht sahen, und die von dieser Strecke thatsächlich durch die Bahn verdrängt werden. Überdies war Otjimbigue der Ausgangspunkt der Bewegung, der Platz, der bisher den Schnittpunkt der wichtigsten Frachtstrafsen bildete, von der Eisenbahn aber, wie gesagt, infolge der ungünstigen Beschaffenheit des Geländes nicht berührt werden kann und deshalb durch den Bahnbau an Bedeutung verlieren wird. Man scheint sich aber auch in diesen Kreisen von der Unrichtigkeit des eingenommenen Standpunktes überzeugt zu haben, denn man hört jetzt nichts mehr von einem Widerspruch.

Nachdem der Streckenbau von Karibib nach Windhoek infolge notwendiger Arbeiten für die Einrichtung des Bahnhofes in Karibib, sowie für die Verbesserung einiger in Betrieb genommener Stellen rückwärts des letztgenannten Ortes einige Zeit geruht hat, ist er nunmehr wieder mit allen Kräften aufgenommen worden.

Der Baupreis beträgt pro Kilometer 34000 Mk., so dafs sich die Gesamtkosten der Bahn bei rund 400 km Gleislänge auf 13 Millionen Mk. stellen werden.





Frühlingstage am Mittelmeer.

Von Dr. Alexander Rumpelt-Taormina.

III. Von Tripolis nach Tunis.

Die Küstenfahrt von Tripolis an der Insel Dscherba vorbei durch die kleine Syrte bis Tunis wird von den Dampfern der französischen Compagnie transatlantique und der italienischen Società Florio Rubattino wöchentlich einmal in ungefähr dreieinhalb Tagen ausgeführt. Die Schiffe fahren gewöhnlich nachts. In den beiden gröfseren Städten Sfax und Susa, wo sie längere Zeit vor Anker gehen, ist Gelegenheit geboten, ein Stück arabischen Lebens kennen zu lernen. An den übrigen Stationen: Insel Dscherba, Gabes, Media und Monastir halten die Schiffe nur wenige Stunden und aufserdem infolge der grofsen Versandung so weit vom Ufer, dafs an einen wenn auch noch so kurzen Besuch nicht zu denken ist.

Die Küste ist meist einförmiges Flachland. Dattelpalmen, Olivenplantagen, Getreide- und Gemüsefelder wechseln ab. Besonders schwunghaft wird der Ölhandel betrieben. Von Dscherba bis Susa sind ungefähr zehn Millionen Quadratfufs mit Oliven bestanden, die durchschnittlich im Jahre dreifsig Millionen Liter Öl ergeben. Das beste Geschäft scheint der Staat dabei zu machen, der nicht nur den Quadratfufs mit dreifsig Centimes besteuert, sondern auch noch auf das gewonnene Öl die Kleinigkeit von 25% Ausfuhrzoll erhebt. Das Hinterland dieser fruchtbaren Küste, einst die Heimat der Karthager und der Ausgangspunkt ihrer gewaltigen Herrschaft, ist bis zur kleinen Syrte Wüste, von da an mäfsiges Bergland, das oft in schönen und edlen Formen bis zu 1200 Metern aufsteigt.

Am Donnerstag vor Pfingsten gegen Abend verliefsen wir Tripolis. Dscherba, wohin wir Freitag früh kamen, erscheint ähnlich wie Tripolis als ein ferner, weifser Häuserstreifen inmitten von Dattelplantagen. Merkwürdig ist sein Leuchtturm. Dieser besteht nämlich aus dem verankerten Wrack eines altes Segelschiffes, zwei Stunden von der Küste entfernt. Hier hält der Dampfer; Barken kommen

heran, man ladet aus und ein, und bald geht es weiter nach Gabes. Hier ist man ebenso schnell fertig. Von Gabes, diesem Vorort einer Anzahl aufserordentlich fruchtbarer Oasen und Endstation mehrerer gröfserer Karawanenstrafsen, sieht man nichts. Nur einige Faktoreien, Ölniederlagen und Datteln, Datteln, nichts als Dattelpalmen. Denselben Abend noch erreichte das Schiff Sfax, jedoch so spät, dafs wir aufser einigen Hafenlichtern und -Laternen nichts zu erspähen vermochten. Im Morgengrauen des nächsten Tages liefs ich mich mit Juden, Türken und Maltesern ausbarken. Mit grofsen Erwartungen betrat ich zum ersten Male das Gebiet der Regentschaft Tunis.

Kaum hatte ich die „Douane" hinter mir und ging durch die Vorstadt, die sich so langweilig und charakterlos wie jede beliebige europäische Vorstadt präsentiert, da vernahm ich Trommeln und Trompetensignale, wie sich das im Zeitalter des Militarismus eigentlich von selbst versteht, wenn man irgendwo ans Land kommt. Ich versparte mir die uralten Zinnenmauern und Warttürme, die ich hinter den neuen Häusern und Gärten aufsteigen sah, für eine spätere Besichtigung und folgte jenen kriegerischen Lauten.

Nicht lange, so hörten die Häuser auf, eine weite Ebene dehnte sich vor mir aus. Da sah ich sie üben, zwei Compagnien. Jede hatte ungefähr ein Terrain zur Verfügung, fünfmal so grofs als ein gewöhnlicher deutscher Kasernenhof. Im afrikanischen Sand ist viel Platz. Da kann man schöne Attacken machen. Aber sie machten keine Attacken, nur Bajonettübungen und Schwenkungen.

Hier also lernten die braunen Söhne der Wüste die Segnungen der europäischen Kultur kennen. Mit unaufhörlichem „Un, deux — un, deux" begleitete der Korporal die Bewegungen der Linien, so schnell als man es nur hintereinander aussprechen kann. Dadurch bekommt die Gangart etwas Laufschritt Ähnliches, gleich dem Geschwindmarsch der italienischen Bersaglieri. Ob diese Gangart wohl der afrikanischen Hitze und dem mehr phlegmatischen Charakter der Araber angemessen ist? Junges Blut und gute Nerven gehören sicher dazu. Unserer Landwehr II dürfte man schwerlich zumuten, in diesem Hundetrab auch nur eine Viertelstunde zu laufen. Aber nicht nur unpraktisch, weil aufserordentlich ermüdend, kommt es einem vor, es hat auch etwas Komisches. Unwillkürlich recken die Leute dabei einen gewissen Teil ihres Körpers ungebührlich heraus, die Brust legen sie vor, der Kopf hängt vornüber und der Mund steht offen. So erinnern sie lebhaft an Jagdhunde, die nach Luft schnappen.

Bajonettübungen wurden aufserordentlich fleifsig und vielseitig, zum Teil mit einer gewissen Seiltänzer-Geschicklichkeit betrieben. Alle möglichen Wendungen und Griffe sah ich da. Erst lief der Mann ein Stück vor, dann nahm er die breitbeinige Fechterstellung ein, hob das Gewehr mit beiden Armen hoch und stiefs in die Luft, etwa in die Kopfgegend des Feindes. Dann drehte er sich um seine eigene Achse wieder zurück — dabei dem Gegner den Rücken bietend! Auch nach breiten Hanfwickeln wurde gestochen, die an Galgen herunterhingen.

Die Kommandos sind alle französisch, die Instruktion arabisch, ähnlich wie in Österreich das Kommando deutsch und die Ausbildung in der Sprache der jeweiligen Nationalität des Rekruten erteilt wird. Auf jedem der beiden Plätze ritt ein Hauptmann, in blauer Jacke, braunen Hosen und dem goldverzierten roten Käppi. Eine sehr kleidsame Uniform, namentlich, wenn solch ein bunter Herr zur Erhöhung des Farbeneffektes auf einem Schimmel sitzt.

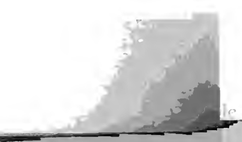
Ich ging weiter um die Stadtmauer herum. Aber als ich bereits auf dem muhamedanischen Friedhof angekommen war, eine kleine Viertelstunde vom Exerzierplatz entfernt, hörte ich immer noch das Trommeln und Signalblasen und, vom Seewind herübergetragen, das unaufhörliche, unausstehliche „Un, deux — un, deux — un, deux.“

* * *

Der Friedhof macht einen unendlich öden, traurigen Eindruck.

Man denke sich eine weite Sandfläche, hier und da mit Gestrüpp bewachsen, aus welcher tausende von verwitterten Grabstätten hervorschauen. Zuweilen dachförmige Platten, die meisten von der Gestalt eines Weihnachtsstollens oder eines Sarges, zu dessen Deckel Stufen führen. Kein Name, keine Zahl. Dazwischen stehen kleine, fensterlose, würfelförmige Gebäude, einzelne noch mit einem ummauerten Hof an allen vier Seiten. Eine Kuppel sitzt auf dem Würfel, auf der Kuppel ein Halbmond aus Stein oder Erz. Das sind die „Kubbas“, Grabstätten der Reichen und der Gelehrten, in die einzudringen dem Ungläubigen gerade so verboten ist wie in die Moscheen.

Der Zinnenmauer folgend, gelangte ich zum nördlichen Thor, vor dem die aus dem Innern kommenden Karawanen Halt machen. Es war gerade Pferde- und Hammelmarkt. Welch buntes Treiben! Ich aber wendete meine Aufmerksamkeit wieder meinen Lieblingen, den Kamelen zu, während ich, auf einer Steinbank sitzend, mein echt



arabisch-vegetarisches Frühstück — Aprikosen und grüne Mandeln — einnahm.

Zu Hunderten lagen die behöckerten Wiederkäuer auf den zusammengebogenen Füfsen um mich herum. — Wenn sie recht müde sind, legen sie dazu den langen Hals schlangenähnlich vor sich auf die Erde, so dafs die wulstigen Lippen den Sand berühren. Die ganz maroden aber lassen sich auf die Seite fallen, Hals und Kopf auf die Erde. Sie sehen dann aus, als wären sie hingeworfen, ohne sich wieder von selbst erheben zu können, wie tot. Kein Wunder, wenn man die ungeheuren Lasten sieht, und die langen, langen Strecken bedenkt, die sie damit zurücklegen. Reizend waren auch hier wieder die kleinen Kamele, die ohne Lasten mitgekommen waren, und wie und wo es nur anging, falls die Treiber oder die Alten selbst sie nicht allzu energisch verscheuchten, die Euter ihrer Mütter suchten.

Auf dieser Seite, wo kein Vorbau den Gesamteindruck störte, sah ich die alte, merkwürdige Stadtmauer in ihrer ganzen Ausdehnung, hocherfreut, was für ein schätzbares Stück Mittelalter hier vollständig erhalten war.

Die Mauer umschliefst die innere, die noch jetzt fast ausschliefslich von Arabern bewohnte Altstadt in Form eines Rechteckes, dessen nördliche und südliche Front je 550 m lang ist, während die östliche und westliche Seite je 350 m Ausdehnung hat. Die Mauern sind fünf bis acht Meter hoch, alle zwanzig Schritte von vorspringenden, etwas höheren Türmen unterbrochen, Mauern wie Türme mit Zinnen bewehrt. Selbst der Umgang innen ist noch zum grofsen Teil erhalten. Wer weifs, wie viele tausend Christen, die hier Schiffbruch litten oder von den Küsten Spaniens und Italiens geraubt wurden, an diesen Mauern mitgearbeitet haben. Denn auch hier wurde, wie in Tripolis, Jahrhunderte lang die Seeräuberei systematisch betrieben. Sogar bis Genua und Dalmatien wagten die mächtigen Beys von Sfax ihre Piraten-Flottillen zu schicken.

Wie eine Bestätigung des Spruches „Die Weltgeschichte ist das Weltgericht" mutet es an, wenn man jetzt sieht, wie die braunen Söhne der Wüste von weifsen Offizieren gedrillt werden, um dereinst — wer weifs? — auf europäischen Schlachtfeldern für ihre Unterdrücker zu bluten . . .

* * *

Sfax, das alte Taphrura oder Taparura, war von jeher eine wichtige und mächtige Stadt. Es machte den Franzosen bei der Okkupation viel zu schaffen. Ali-ben-Khalifa setzte einen Aufstand in

Scene, der am 16. Juli 1881 nach kurzem Bombardement mit der Einnahme der Stadt durch den Admiral Garnault endigte. An Stelle der von den Bomben eingeäscherten kleinen Kapelle wurde — zum Teil aus den Geldern der Kriegsentschädigung — eine schöne, neue katholische Kirche erbaut.

Die Bevölkerung soll ziemlich unduldsam sein; doch darf sie es dank dem französischen Regiment nicht so zeigen wie in Tripolis, wo ich es wohl nur der Begleitung meines muselmännischen Führers zu danken hatte, dafs mir nicht ins Gesicht gespieen wurde. Dadurch sollen die fanatischen Moslemin mit Vorliebe ihrer Mifsachtung der Ungläubigen Ausdruck geben.

Das arabische und französische Element lebt in Sfax, wie vielleicht in keiner anderen Stadt der Regentschaft, noch völlig getrennt, die Araber innerhalb, die Europäer aufserhalb der alten Mauern.

In der europäischen Stadt ist nächst der Kirche das Postgebäude das stattlichste. Die Aufschriften auf den Briefkasten sind oben französisch, unten arabisch. An den Häusern sieht man lauter französische Firmen, die Namen aber sind fast alle italienischen Ursprungs. Man hat auch hier das Gefühl, als ob die Italiener mit viel gröfserem Recht sich zu Herren dieser Küste hätten aufwerfen können als die Franzosen, die überdies schon das gewaltige Gebiet von Algier innehatten.

Diese modernen Gebäude in der Nähe der altersgrauen Befestigungen haben etwas Brutales. Die eiserne Halle am Strand gegenüber der alten Kasbah (Kastell) und dem Minaret, das über die hohen Zinnenmauern herüberragt, während unweit das malerische Hauptthor zum Eindringen in die alte Piratenstadt einladet, diese Markthalle aus Gufsstahl, neu angestrichen, mit dem Wort „Marché“ über dem Eingang nimmt sich in solcher Umgebung etwa aus wie ein Telegramm über einen Kohlenstreik in einem duftigen, arabischen Märchen.

Ich schritt durch das mittelalterliche Thor. Es führt nicht direkt in die Stadt, sondern in einen befestigten Gang, entlang der Mauer. Erst nach Passieren von zwei weiteren Thoren, die rechtwinklig zu einander stehen, betreten wir das Innere. Rechts und links eine Schmiede neben der anderen. Wie in allen orientalischen Städten haben auch hier praktischerweise die Schmiede ihre Werkstätten nahe den einzigen Zugängen von aufsen. Welch dankbarer Vorwurf für einen Maler, wenn die reichen Araber vom Lande auf ihren edlen, kostbar geschmückten Rossen vor den verräucherten Ge-

wölben halten, wo im Hintergrund die braunen Gesellen im Fes, vom Feuer angeglüht, den Hammer schwingen!

Dem Thor gegenüber fällt ein uraltes, eisernes Gitter auf, das die drei Pforten einer Moschee ziert. Das Motiv des Halbmondes ist höchst originell darin durchgeführt. Geht man weiter in die Stadt hinein, so gerät man alsbald in ein unendliches Gewirr enger, winkliger Gassen, wo noch das unverfälschte Leben des Orients herrscht. Gewöhnlich haben die Häuser der Araber, ähnlich dem römischen Haus, an der Strafsenseite keine Fenster, sondern nur über der vielfach mit Mosaik und schönem Drahtwerk gezierten Pforte eine kleine, vergitterte Öffnung. Das giebt, namentlich den engeren Strafsen, ein finsteres, unheimliches Ansehen. Die wenigen Fenster, die man hier und da an gröfseren Häusern und dann immer hoch oben, nie zu ebener Erde gewahrt, zeigen hinter dem weitausladenden kunstreichen Schmiedegitter gewöhnlich innen noch diesem entsprechend ein zweites grünes Holzgitter, so eng, dafs man mit dem besten Willen nichts erspähen kann. Zuweilen, wenn eine jener Pforten sich gerade eröffnet, blickt man in einen anmutigen Säulenhof mit Blumen und Bäumen, die einen plätschernden Springbrunnen umrahmen. Dann wundert man sich umsomehr über das Verlassene und Ärmliche des Eindrucks, den das Haus von der Strafse her macht.

Die Staffage dieser scheinbar ausgestorbenen Stadt bilden fast nur Männer: Händler, die ihre Waren herumtragen, dann und wann einmal ein Beduine auf einem Esel oder ein alter Türke in schneeweifsem Turban, moosgrünem Seidenwams und safrangelben Pantoffeln, der die Strafse mit der Ruhe und selbstbewufsten Würde eines deutschen Konsistorialrats dahinschreitet. Ist gerade Marktstunde, so begegnen uns, vom Thor kommend, wo immer reger Verkehr herrscht, auch Frauen, in lange, schwere Seidenshawls derart verpackt, dafs man von ihrem Körper nur Augen und Hände gewahr wird. Schnell ziehen sie — nach der Vorschrift des Propheten — die Kopfumhüllung noch dichter an, wenn sie uns nahen. Aber aus der Haltung des Kopfes ist zu erraten, dafs uns die grofsen braunen Augen hinter ihrem Vorhang scharf mustern. Ist dem Wanderer das Glück günstig, so läfst es ihn durch eine halboffene Thür wohl auch mal einen tieferen Blick in einen jener versteckten Höfe thun, und da sieht er — reizendes Bild! — unter einer alten Palme junge Berbermädchen in langen, bunten Tuniken sitzen, sich Geschichten erzählend, oder kleine Mohrinnen mit Steinchen spielen, silberne Spangen am nackten Oberarm und um die Knöchel.

des Gepäckverschlages. In wunderlichen Sprüngen bewegten sie sich nach dem Rhythmus hin und her, während der grofse Chorus der Turbanträger unablässig dazu den Takt klatschte.

Dieser harmlose Zeitvertreib erregte ein unglaubliches Vergnügen. Man sah die stille Wonne von den schwarzen und braunen Gesichtern wiederglänzen. Immer schneller und eifriger blies der Mohr, immer lauter klatschten die Berbern; zu den wildesten Schwenkungen und Drehungen liefsen sich die Tänzer hinreifsen, bis plötzlich die Musik abbrach und die Vorstellung mit einem wagehalsigen Saltomortale ihr Ende erreichte.

Nicht minder waren die vielen Schiffskatzen — etwa dreifsig an der Zahl —, die einem immerfort in den Weg liefen, ein Gegenstand der Freude und Kurzweil. Drei kleine weifse Kätzchen sah man immer vereint. Diese wohnten in den Lagerräumen des Zwischendeckes. Kamen sie hervor, so putzten sie sich die Pfötchen, haschten sich oder spielten mit einem alten Tauende. Wurde ausgeladen, so verloren sie ihre Wohnung auf kurze Zeit. Sie flohen dann einstweilen hinter einen sicheren Lattenverschlag, sahen aber zwischen den Spalten der Arbeit gar aufmerksam zu und bezogen nach erfolgter Einladung ihre Wohnung aufs neue. Manche der älteren Katzen waren Krüppel. Kein Wunder bei dem beständigen Hin und Her und Durcheinander auf dem Schiffe! So gingen zwei nur auf drei Beinen, und eine war einmal zwischen eine Thür geraten; der war der Schwanz zweimal geknickt. Daher hiefs sie bei den Matrosen der „Blitzschwanz“. Höchst anmutig und auch für Menschen lehrreich war es zu sehen, wie sie bei bewegter See stehend nach links und rechts balancierten und noch vorsichtiger gingen, um bei dem Schaukeln des Schiffes nicht das Gleichgewicht zu verlieren. Es hiefs, sie fielen nie über Bord und würden auch bei dem schwersten Sturm nicht seekrank.

* * *

Leichte Gespräche mit Passagieren täuschten über manche lange Stunde hinweg. Ich lernte Mustafa-el-Benin aus Sfax, einen jungen, wohlhabenden Türken, — der einzige, der zweiter Klasse fuhr — kennen. Er besuchte seinen alten Vater in Tunis. Dann war ein Kaufmann aus Marseille an Bord, auf einer Geschäftsreise begriffen.

Ich fragte ihn, ob sich die vielen Ausgaben, die Frankreich durch Tunis verursacht würden, rentiert hätten?

„Bis jetzt noch nicht. Und“, fügte er mit einem Seufzer hinzu, „sie werden es auch nicht.“ —

Er sprach ein ganz klein wenig deutsch, manchmal einen Brocken. Ich fragte ihn, wo er es gelernt habe.

„Ich war auch einmal in Deutschland“, antwortete er mit einem etwas wehmütigen Lächeln.

„Wo denn?“

„In Stettin.“ —

Da er mit Maschinen handelte, wie er mir angedeutet, habe er wohl Beziehungen zum „Vulkan“?



Blick auf Susa.

„Das nicht. Ich wurde Kriegsgefangener, nachdem wir — parbleu — unsere Flinten zerbrochen hatten.“

„Wo wurden Sie gefangen, in Metz?“

„Nein, ich gehörte zur Loire-Armee; es war später in einem Treffen.“ —

„Hat es Ihnen in Deutschland gefallen?“ Ich brachte die Frage kaum über die Zunge; aber ich wollte doch so gern sein Urteil hören.

„Die Behandlung war gut. Aber der kalte, hu, der schreckliche Winter! Und das schlechte Futter! Ich war Offizier und wohnte mit drei Offizieren vom selben Regiment in den »Drei Kronen«. Wir verpflegten uns selbst. Aber dieses Futter!“

Ich erinnerte mich, dafs Marseille diejenige Stadt Frankreichs ist, wo man die beste Küche führt, besser als in Paris selbst.

„Und dieses Bier," fuhr er fort, „das den Leib aufschwemmt ohne Kraft, ohne Feuer, hu, dieses Bier!" —

Ein Provencale, der einen Winter an der Ostsee hatte zubringen müssen! Ich bedauerte den Armen nachträglich von Herzen.

* * *

Von dem im Binnenland gelegenen Monastir erblickt man nichts. Nur einige zwischen Dattelpalmen sich aufbauende Faktoreien deuten den Platz am Ufer an. Bald geht es weiter.

Die letzte Dampferstation vor Tunis ist Susa.

Susa hat 10000 Einwohner, darunter 2000 Juden und 800 Europäer, namentlich Malteser und Sicilianer. Die Sicilianer sind Fischer, die Malteser haben, ebenso wie in Tunis, eine Art Transportmonopol als Kutscher, Maultier- und Eselvermieter.

Die Stadt spielte als Festung der Karthager in den punischen Kriegen eine Rolle, wurde aber erst unter Trajan römische Kolonie und erhielt den Namen Hadrumetum. Unter den Arabern ein Hauptsitz der Seeräuber, wurde sie von Karl V. 1537, von Andreas Doria 1539 belagert. Da sie den Franzosen keine Schwierigkeiten machte, sich vielmehr am 10. September 1881 dem General Etienne widerstandslos ergab, behielt sie einen Teil ihrer Selbständigkeit. An der Spitze der Verwaltung steht ein Kalif, französisch „lieutenant du bey" tituliert. Die Stadt steigt mit ihren grauen Zinnenmauern, Flankentürmen und weifsen, platten Dächern, mit ihrem alten, turmbewehrten Kastell und den schlanken, weifsen Minarets wunderbar schön am Meer auf.

Da auf der Seeseite keine modernen Häuser vorgebaut sind, hat man einen höchst altertümlichen Eindruck, der allerdings sofort verwischt wird, wenn man seine Augen ein wenig weiter nach Süden wendet und zwei riesige Fabrikschlote qualmen sieht. Reine Romantik, so scheint es, ist selbst in Afrika bei den Mauren nicht mehr möglich.

Auch diese Stadt hatte, wie früher Sfax, nur ein Thor nach dem Meer, eines nach dem Innern zu. Die Franzosen haben noch ein anderes Thor, jedenfalls aus militärischen Gründen oder dem Handel zuliebe gebrochen, das Westthor, und, um den Eingeborenen die bittere Pille — die Schimpfierung ihrer gewifs tausend Jahre alten Mauern — ein wenig zu versüfsen, haben sie sich herbeigelassen, an den Ecken des Thores das Zeichen des Halbmondes anzubringen.

Aufserhalb der Stadt liegt auf hügeligem Gelände der muhamedanische Friedhof, der sich weit, bis fast ans Meer hinunterzieht. Er hat einen anderen Charakter als der in Sfax. Die grofsen Kuppeldenkmäler (Kubbas) fehlen fast ganz. Die Grabstätten sind durch kastenähnliche Steine bezeichnet, die am Kopfende jeder einen Viertel Mühlstein, mit der einen Schnittfläche aufgesetzt, tragen. Dann sind in jedem Stein nach der Mitte zu je eine viereckige und eine rechteckige Vertiefung angebracht, worin Gras und wilde Blumen wachsen; in derselben Linie mit diesen steht am Fufsende noch ein kleiner, steinerner Aufsatz. Was diese schlichten Verzierungen bedeuten, und ob sie überhaupt eine Bedeutung haben, konnte ich nicht erfahren.

Die Stadt hat eine starke Besatzung, die in Baracken und Zelten auf der Höhe hinter der Nordmauer untergebracht ist: Turkos, Spahis und Artillerie. Eine Compagnie Turkos exerzierte unter einem baumlangen braunschwarzen Sergeanten — am Pfingstsonntag Nachmittag! In einem Café am Strande — bei einem Glas Absynth erfuhr ich den Grund: die französische Regierung berücksichtigt so weit als möglich die Sitten und Gebräuche der Eingeborenen. Da nur die Offiziere Christen, die Unteroffiziere meist und die Soldaten sämtlich Muhamedaner sind, so wird Sonntags exerziert, hingegen Freitags nicht! Die bestimmte Weinration bekommt jeder Mann, der sie haben will, d. h. der trotz des Verbotes des Propheten Weintrinken mit seinem Gewissen vereinbar findet.

Gegen Abend promenierte ich, die Abfahrt des Bootes erwartend, in den neuen Anlagen am Hafen. In einem Pavillon spielte eine Turkokapelle sehr gut. Natürlich lauter europäische Stücke: Die Ouvertüre zu „Martha" und ein Potpourri aus „Carmen". Eine Menge Offiziere sah ich da. Sehr viele waren wie Weiber geschnürt, und alle hatten sie grofse sackförmige Pluderhosen an, so dafs sie unten viel breiter erschienen als oben. Dazu trugen sie braune Glacés und statt des Säbels keulenähnliche Gigerlstöcke. Ihnen zur Seite schwebten und tänzelten ihre Damen in eleganter Pariser Toilette.

Doch ich mufste eilen, um mit der letzten Barke, die zugleich die Post an Bord brachte, noch zurecht zu kommen. Schnell schnitt das Segelboot, von einer frischen Abendbrise begünstigt, durch die Wellen. Ich bestieg das Katzenschiff, froh, dem geputzten Sonntags-Nachmittagstreiben der gallischen Provinzler entronnen und wieder auf dem italienischen Dampfer bei meinen „Bundesgenossen" zu sein.

Am nächsten Morgen erwachte ich auf der Höhe von Goletta in dem einzig schönen Golf von Tunis.



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Geyer, W., Katechismus für Aquarienliebhaber. Fragen und Antworten über Einrichtung, Besetzung, Pflege des Süfs- und Seewasser-Aquariums sowie über Krankheiten, Transport und Züchtung der Fische. IV. von H. Geyer besorgte Auflage. · Mit dem Bildnis des Verfassers, einer Farbentafel, 4 Schwarzdrucktafeln und 84 Abbildungen im Text. Magdeburg, Creutzsche Verlagsbuchhandlung, 1900.

Giesenhagen, K., Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Sechs Vorträge aus der Pflanzenkunde. (Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.). Leipzig, B. G. Teubner, 1899.

Handwörterbuch der Astronomie. Herausgegeben von Dr. W. Valentiner. Mit Abbildungen. Lieferung 21—23. Breslau, Ed. Trewendt, 1900.

Hanucke, R., Erdkundliche Aufsätze für die oberen Klassen höherer Lehranstalten. Mit 12 Abbildungen. Glogau, Carl Flemming, 1900.

Hartmann, G., Die kreisende Energie als Grundgesetz der Natur. (Selbstverlag.) Siegen, 1900.

Hock, F., Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis von der ursprünglichen Verbreitung der angebauten Nutzpflanzen. (Sonderabdruck aus der Geographischen Zeitschrift. VI. Jahrgang). B. G. Teubner, Leipzig, 1900.

Höfler, A. & Maifs, E., Naturlehre für die unteren Klassen der Mittelschulen. Mit 290 Holzschnitten, drei farbigen Figuren, einer lithographierten Sterntafel und einem Anhange von 140 Denkaufgaben. Dritte verbesserte Auflage. Wien, Carl Gerolds Sohn, 1900.

van t'Hoff, J. H., Über die Entwickelung der exakten Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert. Hamburg, Leop. Vofs, 1900.

Horneffer, E., Vorträge über Nietzsche. Versuch einer Wiedergabe seiner Gedanken. Zweite durchgesehene Auflage. Göttingen, Fr. Wunder, 1901.

Horneffer, E., Gedächtnisrede auf Friedrich Nietzsche, gehalten an seinem Sarge b. d. Trauerfeier im Nietzsche-Archiv zu Weimar am 27. August 1900. Göttingen, Franz Wunder.

Hübner: Geographisch-statistische Tabellen aller Länder der Erde. 49. Ausgabe für das Jahr 1900. Herausgegeben von Fr. v. Juraschek. Frankfurt a. M., H. Keller, 1900.

Jahresbericht XX. über die Thätigkeit der Deutschen Seewarte für das Jahr 1899, erstattet von der Direktion. Hamburg, 1900.

Isforholdene i de arktiske Have 1900 (The state of the ice in the arctic seas 1900). Saertryk af det danske meteorologiske Instituts nautisk-meteorologiske Aarbog.

Kars, O., Der einstige zweite Mond der Erde als Urheber aller irdischen Entwickelung. Ein Blatt, vom Baume der Erkenntnis gepflückt und der denkenden Menschheit dargereicht. Berlin, Max Schildberger, 1900.

Klaatsch, H., Grundzüge der Lehre Darwins. Allgemeinverständlich dargestellt. I. und II. Auflage. Mannheim, J. Bensheimer, 1900 und 1901.

Klein, J., Katechismus der Astronomie. Belehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender. Neunte, vielfach verbesserte Auflage. Mit 3 Tafeln und 143 Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber, 1900.

Klein, J., Handbuch der Allgemeinen Himmelsbeschreibung nach dem Standpunkte der astronomischen Wissenschaft am Schlusse des 19. Jahrhunderts. Dritte, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage der „Anleitung zur Durchmusterung des Himmels". Mit zahlreichen Abbildungen und Tafeln. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1901.

Kraft und Energie. Eine kritische Betrachtung über die Grundbegriffe der Mechanik. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1901.

Mémoire sur la Latitude de l'Observatoire de Genève par Justin Pidoux. Genève, Imprimerie Ch. Eggmann & Co., 1900.

Meyer, M. W., Die Kometen und Meteore. (Meyers Volksbücher.) Leipzig, Bibliographisches Institut.

Meyers Konversations-Lexikon. Fünfte Auflage. 20. Band. Jahres-Supplement 1899/1900.

Michelitsch, A., Haeckelismus und Darwinismus. Eine Antwort auf Haeckels „Welträtsel". Graz, Verl.-Buchh. Styria, 1900.

Miethe, A., Lehrbuch der Praktischen Photographie. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage, mit vielen Abbildungen. Heft 1. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1901.

Mitteilungen der Hamburger Sternwarte No. 6: R. Schorr & A. Scheller: Beobachtungen der Zone 80° bis 81° nördl. Deklination. Hamburg 1900.

Müller, P., Über die Achsendrehung des Planeten Venus. Nach einer der päpstlichen Akademie der Wissenschaften vorgelegten Denkschrift. Mit einer Tafel (Sonderabdruck). Münster i./W., 1899, Aschendorffsche Buchhandlung.

Observations des Protubérances solaires. Faites à l'Observatoire d'Odessa du mois d'août 1893 jusqu'au mois de janvier 1897. Odessa, 1900.

Oltmanns, J., Form und Farbe. Hamburg, Alfred Janssen, 1901.

Osservazioni della Eclisse Totale di Sole dell' 28 Maggio 1900 (Estratto dalle Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani. Vol. XXIX. 1900).

Pahde, A., Erdkunde für höhere Lehranstalten. II. Teil: Mittelstufe, erstes Stück. Mit 8 Vollbildern und 3 Abbildungen im Text. Glogau, Carl Flemming, 1900.

Plafsmann, J., Beobachtungen veränderlicher Sterne. Fünfter Teil. (Wissenschaftliche Beilage zum Programm des Kgl. Gymnasiums zu Münster.) Münster i./W., 1900.

Publications of the Lick Observatory of the University of California Vol. IV. Printed by Authority of the Regents of the University, 1900.

Rapport Annuel sur l'état de l'observatoire de Paris pour l'année 1899 par M. M. Loewy. Paris, Imprimerie Nationale.

Redtenbacher, J., Die Dermatopteren und Orthopteren (Ohrwürmer und Geradflügler) von Österreich-Ungarn und Deutschland. Mit einer lithogr. Tafel. Wien, Carl Gerold's Sohn, 1900.

Report of the Superintendent of the United States Naval Observatory for the Fiscal year ending June 30, 1899. Washington, Government Printing Office.

Röfsler, R, Die Raupen der Grofsschmetterlinge Deutschlands. Eulen und Spanner mit Auswahl. Eine Anleitung zum Bestimmen der Arten. Mit 2 Tafeln. Leipzig, B. G. Teubner, 1900.

Rousdon Observatory, Devon. Variable Star Notes No. 5 U Orionis and S Herculis, for the thirteen years 1886—1898, 1899.

Rufs, K., Die fremdländischen Stubenvögel, ihre Naturgeschichte, Pflege und Zucht. Vierte Auflage. Mit 6 Farbendruck- und 32 Schwarzdrucktafeln. Magdeburg, Creutz'sche Verlagsbuchhandlung, 1901.

van der Schalk, A. J., Zwei neue Gesichtspunkte auf dem Gebiete der kosmischen Physik und Astronomie. Mailand.

Schwippel, K., Verbreitung der Pflanzen und Tiere. Naturfreunden gewidmet. Wien, A. Pichlers Witwe & Sohn, 1900.

Smithsonian Institution. Annual Report of the Board of Regents. The operations, expenditures and condition of the institution for the year ending June 30, 1898. Washington, Government Printing Office, 1899.

Spandel, E., Die Echinodermen des deutschen Zechsteins. Mit 2 Tafeln. Anhang: Eine neue Bryozoe aus dem Zechsteine von Paalzow.

Stabilità del Suolo all' Osservatorio Etneo. Nota di A. Riccó e L. Franco (Estratto dalle Mem. della Società degli Spettroscopisti Italiani. Vol. XXIX, 1900.)

Untersuchung über die Vibration des Gewehrlaufes von C. Cranz u. K. R. Koch. I. Schwingungen in vertikaler Ebene. II. Versuche mit kleinkalibrigen Gewehren. Mit 4 Tafeln. München, 1900.

Valentiner, W., Veröffentlichungen der Grofsherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg (Astronomisches Institut). I. Band. Karlsruhe, G. Braunsche Hofbuchdruckerei, 1900.

Veröffentlichung der K. Württemb. Kommission für die Internationale Erdmessung. IV. Heft: Astronomisches Nivellement durch Württemberg, etwa entlang dem Meridian 9° 4' östl. von Greenwich. Im Auftrage des K. Ministeriums des Kirchen- und Schulwesens bearbeitet von E. Hammer. Mit 18 Figuren im Text und einer Tafel. Stuttgart, Deutsche Verlagsanstalt, 1901.

Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der Kaiserl. und Königl. Kriegsmarine in Pola. Gruppe II.: Jahrbuch der Meteorologischen und Erdmagnetischen Beobachtungen. Neue Folge. IV. Band. Beobachtungen des Jahres 1899. Gruppe V. Resultate aus den meteorologischen Beobachtungen in Pola von 1867 bis 1897. Pola, 1900.

Veröffentlichungen des Königlichen Astronomischen Recheninstituts zu Berlin, Dümmlers Verlag, 1901.

No. 8: Untersuchungen über den periodischen Kometen 1889 V., 1896 VI. (Brooks) von Julius Bauschinger. II. Teil. Die Erscheinung 1896—97 u. ihre Verbindung mit der vom Jahre 1889—1890. Berlin 1898.

No. 9—13: Genäherte Oppositions-Ephemeriden von 56 kleinen Planeten für 1899 Januar bis August, 1900 Januar bis August, 1900 Juli bis Dezember, 1901 Januar bis August. Unter Mitwirkung mehrerer Astronomen, insbesondere der Herren A. Berberich und P. Neugebauer, herausgegeben von J. Bauschinger. Berlin, 1899/1901.

No. 14: Formeln und Hilfstafeln zur Reduktion von Mondbeobachtungen und Mondphotographieen. Für selenographische Zwecke zusammengestellt von Dr. K. Graff. Berlin, 1901.

Vogel, E., Taschenbuch der Praktischen Photographie. Ein Leitfaden für Anfänger und Fortgeschrittene. 8. und 9. Auflage. Mit vielen Abbildungen und 7 Tafeln. Berlin, Gustav Schmidt, 1901.

Wahnschaffe, F., Die Ursachen der Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes. Mit 9 Beilagen und 33 Textillustrationen. Zweite, völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. Stuttgart, J. Engelhorn, 1901.

Weinstein, B., Die Erdströme im deutschen Reichstelegraphengebiet und ihr Zusammenhang mit den erdmagnetischen Erscheinungen. Mit einem Atlas, enthaltend: 19 lithographische Tafeln. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1901.

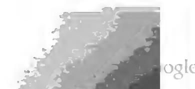
Weinstein, B, Thermodynamik und Kinetik der Körper. I. Band. Allgemeine Thermodynamik und Kinetik und Theorie der idealen und wirklichen Gase und Dämpfe. Mit eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1901.

Wiener, O., Die Erweiterung unserer Sinne. (Akademische Antrittsvorlesung, gehalten am 19. Mai 1900.) Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1900.

Wolpert, A. u. H, Die Ventilation. (Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Vierte Auflage in fünf Bänden, Band III.) Mit 215 Abbildungen im Text Berlin, W. & S Loewenthal, 1901.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



under no
aken from the B.

